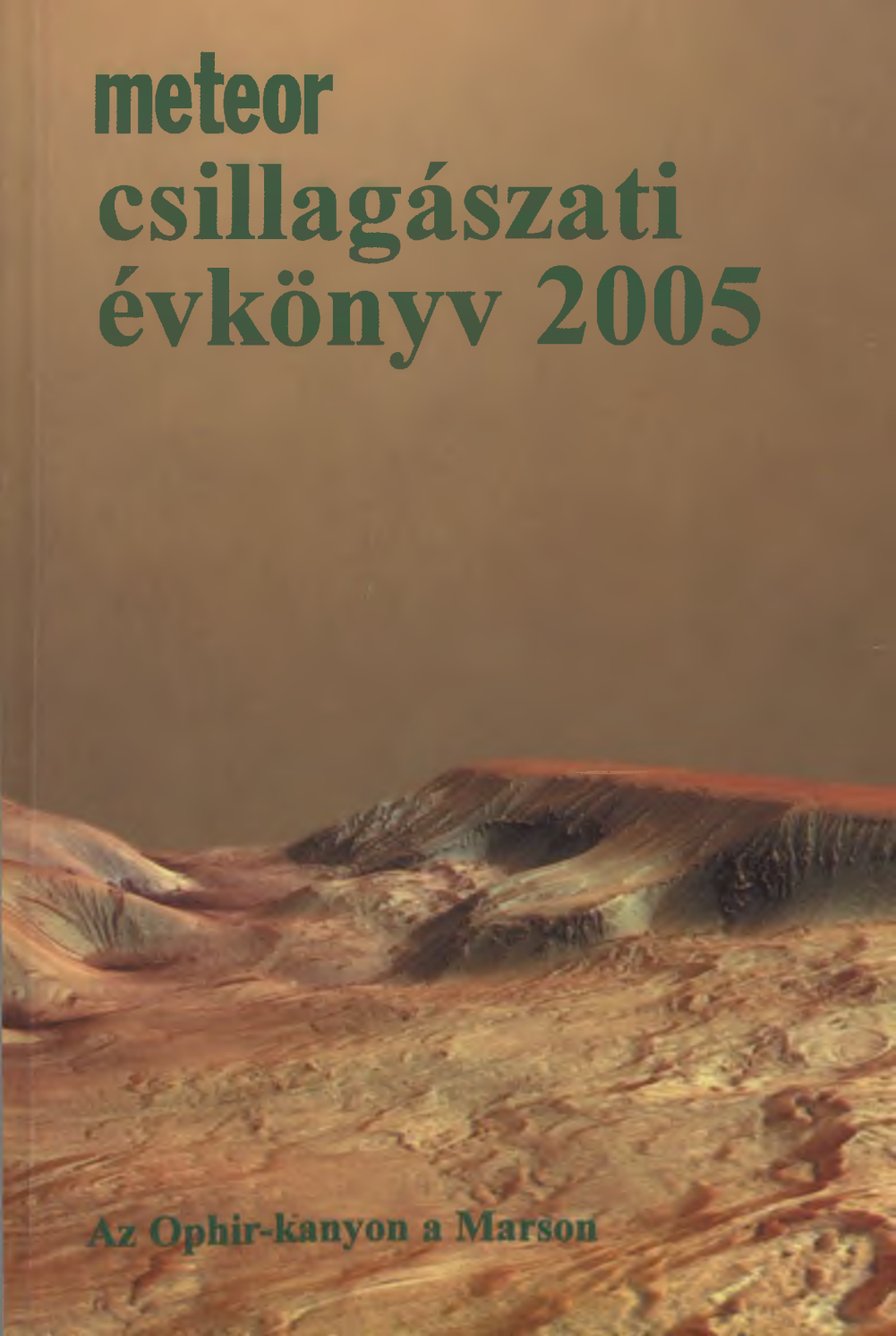


# **meteor csillagászati évkönyv 2005**

**Az Ophir-kanyon a Marson**





1



2



3



4



5



6

# Meteor csillagászati évkönyv 2005

## meteor csillagászati évkönyv 2005

• Szerkesztő: J. Árkai, 2004  
Szerkesztő: J. Árkai, 2004  
Tudományos tanács: J. Árkai, 2004

Meteor Csillagászati Évkönyv  
Tudományos tanács: J. Árkai, 2004





# **meteor csillagászati évkönyv 2005**

szerkesztette:

Mizser Attila  
Szabados László  
Taracsák Gábor

Magyar Csillagászati Egyesület  
Budapest, 2004

*Az évkönyv összeállításában közreműködött:*

Jean Meeus (Belgium)

Kereszturi Ákos

Sárneczky Krisztián

*Szakmailag ellenőrizte:*

Kun Mária (cikkek, beszámolók)

Szabadi Péter (táblázatok)

*Műszaki szerkesztés és illusztrációk:*

Taracsák Gábor

*A szerkesztés és a kiadás támogatói:*

MLog Műszereket Gyártó és Forgalmazó Kft.

MTA Csillagászati Kutatóintézete

ISSN 0866-2851

Felelős kiadó: Mizser Attila

Készült a G-PRINT BT. nyomdájában

Felelős vezető: Wilpert Gábor

Terjedelem: 20,6 ív + 4 oldal melléklet

Példányszám: 4000

2004. október

## Tartalom

Bevezető .....	7
Használati útmutató .....	8
Jelek és rövidítések .....	13
A csillagképek latin és magyar neve .....	14

## Táblázatok

Jelenségnaptár .....	16
A bolygók kelése és nyugvása (ábra) .....	64
A bolygók adatai .....	66
A bolygók kitérése a Naptól (ábra) .....	79
A bolygók ekliptikai koordinátái .....	80
Julián-dátum táblázat .....	83
A bolygók elhelyezkedése a Nap körül (ábra) .....	84
A Nap adatai .....	86
A Hold adatai .....	94
Jupiter-holdak .....	102
Szaturnusz-holdak .....	111
Kisbolygók .....	114
Üstökösök .....	120
2003 üstökösei .....	124
Meteorrajok .....	130
Fogyatkozások, fedések .....	132
A Hold csillagfedései .....	134
Csillagkatalógus J2005.5-re .....	137

## Cikkek

A csillagászat legújabb eredményei .....	147
KERESZTURI ÁKOS–SIMON TAMÁS: Asztrobiológia .....	190
ÁBRAHÁM PÉTER–KÓSPÁL ÁGNES: Korongok fiatal csillagok körül ...	219
BAGOLY ZSOLT: Gammakitörések .....	233
SÁNDOR ZSOLT: Rezonanciák bolygórendszerekben .....	244
PONORI THEWREWK AURÉL: 100 éve született Kulin György .....	263

## Beszámolók

Magyar Csillagászati Egyesület .....	284
MTA Csillagászati Kutatóintézete .....	289
ELTE Csillagászati Tanszéke .....	300
Bács-Kiskun Megyei Önkormányzat Csillagvizsgáló Intézete .....	304
TIT Budapesti Planetárium .....	310
Dezső Loránt (1914–2003) .....	314
Szerzőink .....	320

## A címlapon

*Az Ophir-kanyon, a Valles Marineris északi része a Marson. A távlati képet a Mars Express által készített sztereo felvételekből számítógépes terepmodell szoftver segítségével állították elő. (ESA/DLR/FU, Berlin, G. Neukum)*

## A belső borítón

1. A Polaris - Óbuda bemutató csillagvizsgálója.
2. A Napóra szakcsoport 2004. március 20-i találkozásának résztvevői az Osztrák–Magyar Iskola napórája alatt.
3. Az égbolt szépségei című fotókiállítás a Budapesti Planetáriumban, amelyet Zseli József és asztrofotós barátai állítottak össze.
4. Vénusz-átvonulás konferencia résztvevői Székesfehérvárott, 2004. április 17-én, a Terkán Lajos Bemutató Csillagvizsgálóban.
5. Vénusz-átvonulás bemutató a Polaris Csillagvizsgálóban.
6. Kisiskolások a becsehelyi Vénusz-átvonulás bemutatón.

## A hátsó borítón

*A fantáziakép azt a pillanatot mutatja, amikor Huygens-leszállóegység levált a Cassini űrszondáról, hogy behatoljon a Títan légkörébe. A Cassini-program első eredményeit A Cassini űrszonda a Szaturnusznál című hír mutatja be. (A képet NASA/JPL-Caltech bocsátotta közre)*

## Bevezető

Kötetünkben a csillagászat legújabb eredményeinek szokásos összefoglalása mellett néhány dinamikusan fejlődő témáról részletesebb képet is kaphat az Olvasó. A legmodernebb csillagászati műszerek, a számítástechnika és az észleléstechnika, valamint az űrkutatás számos részterület fejlődésére gyakorolt forradalmi hatást. Ezek közül az idei évkönyvben az asztrobiológia áttekintése; a fiatal csillagok körüli por- és gázkorongok vizsgálatának eredményei; a bolygórendszerek dinamikai fejlődésében fontos keringési rezonanciák bemutatása és a még mindig sok tekintetben titokzatos gammakitörések kutatásának összefoglalása kapott helyet.

2005-ben ünnepeljük Kulin György születésének századik évfordulóját. Az ő szervező és ismeretterjesztő munkásságának folytatását tekinti céljának egyesületünk, és ennek szellemében készül a Csillagászati évkönyv is. A 20. század legismertebb magyar csillagászának életművét foglalja össze kötetünk egyik cikke. A múlt század másik nagy csillagász egyéniségétől, a 2003-ban elhunyt Dezső Loránttól munkásságának rövid ismertetésével veszünk búcsút.

A Magyar Csillagászati Egyesület honlapján ([www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)) a *Bemutakozunk* menüpontra, majd a következő lapon a *Kiadványok* alcím alatt az évkönyvet említő sorra kattintva lehet eljutni az évkönyv honlapjára ([evkonyv.mcse.hu](http://evkonyv.mcse.hu)). Ott az egyesület által kiadott kötetek rövid ismertetője, tartalomjegyzéke és kiadási adatai találhatóak. A látogató a még kapható köteteket meg is rendelheti. A megjelent kötetek tematikusan rendezett, összefoglaló tartalomjegyzéke segíti a hírek, cikkek helyének megtalálását, a célzott információkeresést. A honlapon olvasható anyagot folyamatosan fejlesztjük, bővítjük. A már elfogyott évfolyamok cikkeit és beszámolóit fokozatosan hozzáférhetővé tesszük a honlapon, hogy azok az új érdeklődők is elolvashassák, akiknek jelenleg nincsen módjuk a köteteket megvásárolni.

## Használati útmutató

Az évkönyv első felében kaptak helyet a naptári alapadatok, havonkénti csoportosításban: a Nap és a Hold keltének és nyugtának időpontja, a hónap fontosabb csillagászati eseményei, a bolygók láthatósága, a hónap csillagos égboltja. Ezt követik azok az információk, amelyek csillagászati számításokhoz és az amatőr észlelők munkájához szükségesek: a Nap, a Hold és a bolygók koordinátái és fizikai adatai, valamint a különféle segédtablázatok. Végül pedig a speciális észlelési területeken használható előrejelzéseket és adatokat találjuk: fogyatkozásokról, fedésekről, kisbolygókról, meteorrajokról, üstökösökről és egyéb témákról. A tablázatok és adatok Magyarország közepes földrajzi koordinátáira vonatkoznak:

földrajzi hosszúság:  $\lambda = +19^{\circ}0'$

földrajzi szélesség:  $\varphi = +47^{\circ}5'$

Minthogy hazánk kiterjedése nagy, az évkönyv tablázatai jó közelítéssel használhatók az egész ország területén. A Föld forgásával kapcsolatos időadatoknál a földrajzi hosszúságban mért egy fok különbség 4 időperc eltérést jelent. A kelési, delelési és nyugvási időpontok esetében tehát a  $19^{\circ}$  hosszúsági körtől keletre fokonként négy percet le kell vonni a táblázat időadatából, nyugat felé pedig ugyanennyit hozzá kell adni. Pontos észleléseknél természetesen ezeket az eltéréseket megfelelő számításokkal kell figyelembe venni.

Az időpontadatok többsége világidőben (UT) szerepel, az egyéb számértékek pedig általában a megadott napon  $0^h$  UT-re vonatkoznak. Erre a táblázatok fejlécében elhelyezett UT, ill.  $0^h$  UT jelzés is utal.

A naptár rész minden időpontadatát, valamint a bolygók kelési, delelési és nyugvási időpontjait közép-európai időben (KÖZEI) adtuk meg. A tablázatok fejlécében a KÖZEI felirat utal erre. A nyári időszámítás (NYISZ) tartama alatt az érintett időpontadatoknál az óra és a perc közötti csillag (pl.  $16^{\circ}33'$ ) és egy lábjegyzet figyelmeztet arra, hogy a KÖZEI-ben megadott értékhez egy órát hozzá kell adni. A nyári időszámítás várhatóan 2005.03.27., vasárnap hajnali  $2^h$  KÖZEI-től ( $3^h$  NYISZ) 2005.10.30., vasárnap hajnali  $3^h$  NYISZ-ig ( $2^h$  KÖZEI) lesz érvényben.

A helyi csillagidő értékét a naptár rész  $\vartheta_{gr}$  oszlopából számolhatjuk ki. Ez a szokásos greenwichi csillagidőt tartalmazza  $0^h$  UT-kor, amit 16 perccel meg-növelve kapjuk a  $19^{\circ}$ -os földrajzi hosszúság helyi csillagidejét  $0^h$  KÖZEI-kor. Hozzávetőleges tájékozódásra ehhez elegendő hozzáadni az óránk által muta-



tott időt, és így néhány perc pontossággal meghatározhatjuk a helyi csillagidő pillanatnyi értékét. A nyári időszámítás alatt az így kapott időpontot még egy órával csökkenteni kell. A helyi csillagidő leolvasható a belső bolygók kelését és nyugvását feltüntető ábráról is. Ha nagyobb pontosságra van szükség, a csillagidő értékét a táblázat két szomszédos értéke közötti lineáris interpolációval kapjuk meg. Ehhez még hozzá kell adnunk megfigyelőhelyünk földrajzi hosszúságának megfelelően fokenként 4 perc korrekciót, csak most keletre pozitív, nyugatra negatív előjellel.

A Nap, a Hold és (a Plútó kivételével) a bolygók egyenlítői koordinátái ( $RA$ ,  $D$ ) a pillanatnyi epochára, azaz az égi egyenlítő és a tavaszpont pillanatnyi helyére vonatkoznak. Az égi egyenlítő és a tavaszpont azonban a precesszió miatt elmozdul. Ha tehát pl. az említett koordinátákat csillagtérképre akarjuk vinni, ki kell számolni és figyelembe kell venni a térkép epochája (pl. B1950.0 vagy J2000.0) és a koordináta-adat időpontja közötti időkülönbségnek megfelelő precessziós eltérést.

A Plútó, a kisbolygók és az üstökösök egyenlítői koordinátái J2000.0 epochára szerepelnek, így ezeket egy ilyen jelzésű csillagtérképre közvetlenül át lehet vinni. A bolygók heliocentrikus ekliptikai koordinátái ( $\lambda_e$ ,  $\beta$ ) is az ekliptika és a tavaszpont pillanatnyi helyét veszik alapul.

Kelési, illetve nyugvási időpontnak a táblázatokban azt a pillanatot tekintjük, amikor az égitest korongjának felső széle — a légköri refrakció elméleti értékének figyelembevételével — érinti a látóhatárt.

A fázis rovatban szereplő adat azt adja meg, hogyan aránylik az égitest korongjának megvilágított területe a teljes korong területéhez.

A pozíciószög ( $P$ ) az égi északi iránytól K–D–Ny körúljárással, 0–360°-ig mért szög (bizonyos táblázatokban azonban az észlelési hagyományokat figyelembe véve  $\pm 180^\circ$ -ig mérjük). A fényesebb égitest középpontjához viszonyítjuk a halványabbik elhelyezkedését. Az égi északi irányt az égitesten és az égi pólusokon áthaladó főkör jelöli ki, ami általában nem egyezik meg pontosan sem az égitest északi pólusának, sem a terminátor északi végpontjának irányával!

A naptár részben minden hónaphoz két oldal táblázat és két oldal képes csillagászati eseménynaptár tartozik. Ezekben minden időadat KÖZEI-ben szerepel. A bal oldali naptártáblázat első oszlopában található a napnak a hónapon belüli sorszáma, a nap nevének rövidítése és a napnak az év első napjától számított sorszáma. A hetek sorszámát az érvényes magyar szabvány szerint adjuk meg. A Nap időadatai mellett szerepel a delelési magassága, valamint az időegyenlítés értéke is. Az időegyenlítés azt adja meg, hogy az időzónánk közepén ( $\lambda = 15^\circ$ ) mennyit tér el a Nap valódi delelési időpontja a zónaidő déli 12 órájától. Minthogy az évkönyv táblázatai a  $\lambda = 19^\circ$  földrajzi hosszúságra készültek, a delelési időpont oszlopában látható, hogy a valódi

Nap itt 16 perccel korábban delel, mint az időzóna közepén. A holdfázis grafikus ábrázolása az adott naptári nap délre kerekített érték alapján készült. Mellette olvasható a négy fő holdfázis pontos időpontja.

A jobb oldali táblázatban a Julián-dátum és a greenwichi csillagidő található. Mindkettőnek a csillagászati számításoknál vehetjük hasznát. Az utolsó oszlopban az adott naptári napon ünnepelt névnapok listáját olvashatjuk. A szokásos naptárakban szereplő neveket álló betűkkel, a ritkábban előforduló neveket dőlt betűkkel szedtük. A névnap lista adatainak forrása a Vince Kiadónál megjelent LADÓ-BÍRÓ: *Magyar utónévkönyv*. A táblázat alatt az ismertebb ünnepek, időszámítási és kronológiai információk kaptak helyet.

A képes oldalakon találjuk az esti és a hajnali égbolt látványát bemutató ábrákat. Az esti kép az adott hónap közepén 21<sup>h</sup>-kor, a hajnali pedig 3<sup>h</sup>-kor ábrázolja az égboltot. Ha a bolygókat nem vesszük figyelembe, a képek segítségével megtudhatjuk, milyen a csillagok, csillagképek elhelyezkedése tetszőleges más időpontban. Az égbolt képe a Föld Nap körüli keringése miatt egy hónap alatt kb. két óra napi forgásnak megfelelő mértékben változik meg. Emiatt egy adott hónap közepén 21<sup>h</sup>-kor ugyanolyannak látjuk az égboltot, mint a hónap elején 22<sup>h</sup>-kor, az előző hónap közepén 23<sup>h</sup>-kor, az előző hónap elején 24<sup>h</sup>-kor; illetve az adott hónap végén 20<sup>h</sup>-kor, a következő hónap közepén 19<sup>h</sup>-kor, a következő hónap végén 18<sup>h</sup>-kor és így tovább. Hasonló számítás alapján használhatjuk a hajnali képeket is más hónapokban.

Az égboltot ábrázoló képek alatt az este, illetve hajnalban látható égitestek felsorolása található. Az esti égbolt listáját kiegészítettük néhány olyan nevezetes objektummal is, amelyeket észlelési gyakorlatokhoz vagy távcsöves bemutatás céljára ajánlunk. Ez után a hónap legfontosabb csillagászati eseményeinek felsorolása következik.

A jobb oldalon a bolygók láthatóságára vonatkozó információkat találjuk. Az oldalsó ábra pedig azt mutatja be, milyen látványt nyújtanak a bolygók a hónap közepén, csillagászati távcsőben. A gyorsan változó Merkúrról három rajzot találunk, melyek a hónap 5., 15. és 25. napján ábrázolják a bolygót. Az egységes méretarányban készült rajzokról leolvasható a bolygók látszó mérete, tengelyük iránya, egyenlítőjük és terminátoruk helyzete.

A **bolygók kelését és nyugvását** bemutató ábrákról közelítő pontossággal leolvasható a Nap keltének és nyugtának időpontja, a navigációs szürkület időtartama és a 19° keleti hosszúságra vonatkozó helyi csillagidő is. A nyári időszámítás alatt ezeknél az ábráknál is figyelembe kell venni az egy óra korrekciót!

A **bolygók** táblázataiban a kelés, delelés és nyugvás KÖZEI-ben megadott időpontját (a nyári időszámítás idején itt is \* jel figyelmeztet az egy óra hozzáadására), a pillanatnyi egyenlítői koordinátákat, a Földtől mért távolságot,

a látszó fényességet és szögátmérőt, a fázist és a Naptól mért szögtávolságot találjuk. Az erősen lapult óriásbolygóknál a szögátmérő az egyenlítőre vonatkozik. A Szaturnusznál szerepel a gyűrű kistengelyének látszó szögmérete is (a nagytengely mindig a korong átmérőjének 2.26-szorosa). Amikor a gyűrű kistengelyének számértéke negatív, a gyűrű déli oldalára látunk rá. A fizikai adatok mindegyike az adott nap  $0^h$  UT-re érvényes.

A **centrálmeridián** táblázatok adják meg, hogy a bolygó felszíni koordináta-rendszerében melyik hosszúsági kör halad át az adott napon  $0^h$  UT-kor a Földről látott bolygókorong középpontján. A centrálmeridiánnak a megfigyelésünk pillanatában érvényes planetografikus hosszúságát a hosszúságváltozást megadó segéd táblázatokból, interpolációval kaphatjuk meg. A Jupiter nem merev testként forog, ezért esetében az I. rendszer az egyenlítői vidékre, a II. rendszer a mérsékelt éghajlati övnek megfelelő részekre vonatkozik.

Az **Uránusz és Neptunusz keresőtérképe** e bolygók megtalálását segíti az égen. A látszó pálya kezdeténél lévő korong mutatja a bolygó átlagos fényességét. A pálya mentén lévő számok a bolygó helyét jelölik a megfelelő sorszámu hónap első napján  $0^h$  UT-kor. A kisebb osztások a hónap elejétől eltelt 5 napos időközöknek felelnek meg.

A **bolygók Naptól való kitérését** feltüntető ábráról leolvasható a kitérés szöge és iránya, valamint hozzávetőleges pontossággal az is, hogy melyik csillagképben halad a bolygó a keresett időpontban.

A **bolygók ekliptikai koordinátái** a pillanatnyi heliocentrikus ekliptikai hosszúságot és szélességet, valamint a bolygók Naptól mért távolságát adják meg. Bár az ekliptika voltaképpen a Föld pályasíkja, a Föld ekliptikai szélessége mégis mutat ívmásodperc nagyságú eltérést a nulla értéktől. Ezt a Hold és a bolygók gravitációs hatása okozza.

A **Julian-dátum** táblázatból tetszőleges időpontra megállapítható a JD értéke, azaz egy megállapodás szerinti (de egyébként önkényesen megválasztott) időponttól, i. e. 4713.01.01.  $12^h$  UT-től eltelt napok száma. Egy tetszőleges időpontadat JD-re való átszámítását a tizednap segéd táblázat könnyíti meg.

A **bolygók Nap körüli elhelyezkedését** bemutató ábrák a bolygók pálya menti helyzetét mutatják, a Föld típusú bolygók esetében az év egyes hónapjainak kezdetét, az óriásbolygók és a Plútó esetében az egyes évek kezdetén.

A **Nap adatai** között megtaláljuk a pillanatnyi egyenlítői koordinátáit, a Földtől mért távolságát, látszó szögátmérőjét, geocentrikus ekliptikai hosszúságát. Az utolsó oszlopokban a Földről látott napkorong középpontjának a napfelszíni koordináta-rendszerben mért koordinátái: heliografikus hosszúsága és szélessége, valamint a Nap forgástengelyének pozíciószöge kapott helyet.

A **Hold adatai** táblázatban a pillanatnyi egyenlítői koordinátái, a Földtől mért távolsága, látszó szögátmérője és fázisa szerepel. Ezt követi a hajnali



terminátor és a holdi egyenlítő metszéspontjának szelenografikus hosszúsága (*colongitudo*), amit az észlelési hagyományoknak megfelelően nyugati irányba,  $0^{\circ}$ -tól  $360^{\circ}$ -ig mérünk. A *colongitudo* pillanatnyi értékének meghatározását segítő interpolációs táblázat a 2001-es kötet 154. oldalán található. Az utolsó oszlopokban a Földről látott holdkorong középpontjának a holdfelszíni koordináta-rendszerben mért koordinátái: szelenografikus hosszúsága és szélessége, valamint a Hold forgástengelyének pozíciószöge található.

A **Jupiter-holdak** mozgását feltüntető ábráról tetszőleges időpontra leolvasható a holdak elhelyezkedése a bolygó körül. A középen látható kettős függőleges vonal a bolygókorong méretét jelzi. A táblázatokban a holdak Budapestről megfigyelhető jelenségei szerepelnek.

A **Szaturnusz-holdak** megfigyeléséhez megadjuk a legnagyobb keleti kitérések időpontját UT-ben. A Titan és a Iapetus esetében a nyugati kitérések időpontja is szerepel. A holdak megtalálását ábra könnyíti meg.

A **kisbolygók** táblázataiban az év során látható legfényesebb kisbolygók J2000.0 epochára vonatkozó koordinátáit és látszó fényességét találjuk a legkedvezőbb megfigyelési időszakra.

Az **üstökösök** táblázataiban a J2000.0-re vonatkozó koordináták, a Naptól, illetve a Földtől mért távolság, a Naptól való kitérés szöge és a várható fényesség szerepel. Az összes ismert és sorszámozott periodikus üstökös fontosabb adatait tartalmazó összefoglaló táblázat az 1997-es évkönyvben található.

A **2003. év üstököséről** készült összeállítás részletes magyarázata a táblázat mellett található.

A **meteorrajok** táblázatában az év során megfigyelhető fontosabb rajok jellemzőit foglaltuk össze.

A **fogyatkozások és fedések** cím alatt olvashatjuk a nap- és holdfogyatkozásoknak, valamint a Hold bolygófedéseinek adatait.

Külön táblázat tartalmazza a **Hold csillagfedéseit**, amelynek részletes magyarázata a táblázat mellett olvasható.

A **csillagkatalógus** elsősorban azok számára készült, akiknek nagy pontosságú koordinátákra van szükségük. A táblázat alapját az FK5 (*Fundamental Katalog* 5) adatai képezik. A  $-30^{\circ}$  deklinációnál északabbra elhelyezkedő és  $4^m0$ -nál fényesebb csillagok adatait tartalmazza. A csillagok egyenlítői koordinátái az év közepére vonatkoznak, a pontos epocha a táblázat végén szerepel. A számítás során a precesszió hosszú periódusú tagját és a csillag sajátmozgását vettük figyelembe. A koordináták egy évre eső változása szintén e két mozgás együttes hatását tartalmazza. A sajátmozgás értékek 100 évre vonatkoznak. Végül megtalálható a csillag radiális sebessége, parallaxisa (melynek reciproka a parszekben mért távolságot adja) és vizuális fényessége.

## Jelek és rövidítések

### Holdfázisok, bolygók

- újhold
- ◐ első negyed
- holdtölte
- ◑ utolsó negyed

- ♂ Merkúr
- ♀ Vénusz
- ♂ Mars
- ♃ Jupiter
- ♄ Szaturnusz
- ♅ Uránusz
- ♆ Neptunusz
- ♇ Plútó

### Állatövi csillagképek

- ♈ Kos (Aries)
- ♉ Bika (Taurus)
- ♊ Ikrek (Gemini)
- ♋ Rák (Cancer)
- ♌ Oroszlán (Leo)
- ♍ Szűz (Virgo)
- ♎ Mérleg (Libra)
- ♏ { Skorpió (Scorpius)  
Kígyótartó (Ophiuchus)
- ♐ Nyilas (Sagittarius)
- ♑ Bak (Capricornus)
- ♒ Vízöntő (Aquarius)
- ♓ Halak (Pisces)

### A táblázatokban használt gyakoribb jelölések

- $h_d$  a Nap delelési magassága
- $E_t$  időegyenlítés
- $\nu_{gr}$  greenwichi csillagidő
- $\lambda$  földrajzi hosszúság
- $\varphi$  földrajzi szélesség
- $RA$  rektaszcenzió
- $D$  deklináció
- $\lambda_c$  ekliptikai hosszúság
- $\beta$  ekliptikai szélesség
- $r$  az égitest távolsága a Naptól
- $\Delta$  az égitest távolsága a Földtől
- $\varnothing$  látszó szögátmérő
- $L$  a centrálmeridián hosszúsága
- $B$  a centrálmeridián szélessége
- $P$  a forgástengely pozíciószöge
- $m$  látszó fényesség

- $E$  a Naptól mért szögtávolság
- $b$  a Szaturnusz gyűrűjének kistengelye
- UT világidő (Universal Time)
- KÖZEI közép-európai idő
- NYISZ nyári időszámítás
- JD Julián-dátum
- $h\ m\ s$  óra, perc, másodperc
- $^\circ\ ' \ ''$  fok, ívperc, ívmásodperc
- AU csillagászati egység (Astronomical Unit)
- $C_N$  colongitudo
- $\mu_{RA}$  sajátmozgás rektaszcenzióban
- $\mu_D$  sajátmozgás deklinációban
- $v_{rad}$  radiális sebesség
- $\pi$  parallaxis

## A csillagképek latin és magyar neve

röv.	latin név	magyar név	röv.	latin név	magyar név
And	Andromeda	Androméda	Lac	Lacerta	Gyík
Ant	Antlia	Légszivattyú	Leo	Leo	Oroszlán
Aps	Apus	Paradicsommadár	LMi	Leo Minor	Kis Oroszlán
Aqr	Aquarius	Vízöntő	Lep	Lepus	Nyúl
Aql	Aquila	Sas	Lib	Libra	Mérleg
Ara	Ara	Oltár	Lup	Lupus	Farkas
Ari	Aries	Kos	Lyn	Lynx	Hiúz
Aur	Auriga	Szekeres	Lyr	Lyra	Lant
Boo	Bootes	Ökörhajcsár	Men	Mensa	Táblahegy
Cae	Caelum	Véső	Mic	Microscopium	Mikroszkóp
Cam	Camelopardalis	Zsiráf	Mon	Monoceros	Egyszarvú
Cnc	Cancer	Rák	Mus	Musca	Légy
CVn	Canes Venatici	Vadászebek	Nor	Norma	Szögmérő
CMa	Canis Maior	Nagy Kutya	Oct	Octans	Oktáns
CMi	Canis Minor	Kis Kutya	Oph	Ophiuchus	Kígyótartó
Cap	Capricornus	Bak	Ori	Orion	Orion
Car	Carina	Hajógerinc	Pav	Pavo	Páva
Cas	Cassiopeia	Kassziopeia	Peg	Pegasus	Pegazus
Cen	Centaurus	Kentaur	Per	Perseus	Perzeusz
Cep	Cepheus	Cefeusz	Phe	Phoenix	Főnix
Cet	Cetus	Cet	Pic	Pictor	Festő
Cha	Chamaeleon	Kaméleon	Psc	Pisces	Halak
Cir	Circinus	Körző	PsA	Piscis Austrinis	Déli Hal
Col	Columba	Galamb	Pup	Puppis	Hajófara
Com	Coma Berenices	Bereniké haja	Pyx	Pyxis	Tájéoló
CrA	Corona Australis	Déli Korona	Ret	Reticulum	Háló
CrB	Corona Borealis	Északi Korona	Sge	Sagitta	Nyíl
Crv	Corvus	Holló	Sgr	Sagittarius	Nyilas
Crt	Crater	Serleg	Sco	Scorpius	Skorpió
Cru	Crux	Dél Keresztje	Scl	Sculptor	Szobrász
Cyg	Cygnus	Hattyú	Sct	Scutum	Pajzs
Del	Delphinus	Delfin	Ser	Serpens	Kígyó
Dor	Dorado	Aranyhal	Sex	Sextans	Szextáns
Dra	Draco	Sárkány	Tau	Taurus	Bika
Equ	Equuleus	Csikó	Tel	Telescopium	Távcső
Eri	Eridanus	Eridánusz	Tri	Triangulum	Háromszög
For	Fornax	Kemence	TrA	Triang. Australe	Déli Háromszög
Gem	Gemini	Ikrek	Tuc	Tucana	Tukán
Gru	Grus	Daru	UMa	Ursa Maior	Nagy Medve
Her	Hercules	Herkules	UMi	Ursa Minor	Kis Medve
Hor	Horologium	Ingaóra	Vel	Vela	Vitorla
Hya	Hydra	Északi Vízikígyó	Vir	Virgo	Szűz
Hyi	Hydrus	Déli Vízikígyó	Vol	Volans	Repülőhal
Ind	Indus	Indián	Vul	Vulpecula	Kis Róka





$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5$ 

## Naptár – január

KÖZEI

dátum	Nap					Hold				
	kel,	delel,	nyugszik	$h_d$	$E_t$	kel,	delel,	nyugszik	fázis	
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m	h m	
1. sz 1.	7 32	11 48	16 04	19.5	-3.4	21 56	3 55	10 48	☉	
2. v 2.	7 32	11 48	16 05	19.6	-3.9	23 05	4 37	11 04	☉	
1. hét										
3. h 3.	7 32	11 49	16 06	19.7	-4.4	—	5 19	11 19	☉ 18 46	
4. k 4.	7 32	11 49	16 07	19.8	-4.8	0 16	6 02	11 35	☉	
5. sz 5.	7 31	11 49	16 08	19.9	-5.3	1 31	6 48	11 53	☉	
6. cs 6.	7 31	11 50	16 09	20.0	-5.7	2 50	7 38	12 16	☉	
7. p 7.	7 31	11 50	16 10	20.1	-6.2	4 14	8 35	12 47	☉	
8. sz 8.	7 31	11 51	16 11	20.3	-6.6	5 38	9 37	13 31	☉	
9. v 9.	7 30	11 51	16 12	20.4	-7.0	6 56	10 44	14 31	☉	
2. hét										
10. h 10.	7 30	11 52	16 14	20.5	-7.4	7 59	11 52	15 49	☉ 13 03	
11. k 11.	7 29	11 52	16 15	20.7	-7.8	8 46	12 57	17 17	☉	
12. sz 12.	7 29	11 52	16 16	20.9	-8.2	9 20	13 57	18 46	☉	
13. cs 13.	7 28	11 53	16 17	21.0	-8.6	9 44	14 51	20 11	☉	
14. p 14.	7 28	11 53	16 19	21.2	-9.0	10 04	15 41	21 31	☉	
15. sz 15.	7 27	11 53	16 20	21.4	-9.3	10 21	16 27	22 47	☉	
16. v 16.	7 27	11 54	16 22	21.6	-9.7	10 38	17 12	—	☉	
3. hét										
17. h 17.	7 26	11 54	16 23	21.8	-10.0	10 54	17 56	0 01	☉ 7 57	
18. k 18.	7 25	11 54	16 24	21.9	-10.3	11 13	18 41	1 13	☉	
19. sz 19.	7 24	11 55	16 26	22.1	-10.7	11 34	19 28	2 25	☉	
20. cs 20.	7 23	11 55	16 27	22.4	-11.0	12 01	20 16	3 35	☉	
21. p 21.	7 23	11 55	16 29	22.6	-11.2	12 36	21 06	4 42	☉	
22. sz 22.	7 22	11 56	16 30	22.8	-11.5	13 19	21 58	5 43	☉	
23. v 23.	7 21	11 56	16 32	23.0	-11.8	14 13	22 49	6 36	☉	
4. hét										
24. h 24.	7 20	11 56	16 33	23.3	-12.0	15 14	23 39	7 18	☉	
25. k 25.	7 19	11 56	16 35	23.5	-12.3	16 21	—	7 51	☉ 11 32	
26. sz 26.	7 18	11 57	16 36	23.8	-12.5	17 30	0 26	8 17	☉	
27. cs 27.	7 16	11 57	16 38	24.0	-12.7	18 39	1 11	8 37	☉	
28. p 28.	7 15	11 57	16 39	24.3	-12.9	19 48	1 54	8 55	☉	
29. sz 29.	7 14	11 57	16 41	24.6	-13.1	20 56	2 36	9 10	☉	
30. v 30.	7 13	11 57	16 42	24.8	-13.2	22 06	3 17	9 25	☉	
5. hét										
31. h 31.	7 12	11 57	16 44	25.1	-13.4	23 17	3 59	9 40	☉	

## január

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 453 372	6 42 58	Újév; Fruzsina, Aglája, Álmos
2.	2 453 373	6 46 55	Ábel, Ákos, Fanni, Gergely, Gergő, Stefánia
3.	2 453 374	6 50 52	Benjámin, Genovéva, Dzszenifer, Gyöngyvér, Hermina
4.	2 453 375	6 54 48	Leona, Titusz, Angéla, Angelika, Izabella
5.	2 453 376	6 58 45	Simon, Árpád, Ede, Emília, Gáspár
6.	2 453 377	7 02 41	Boldizsár, Gáspár, Menyhért
7.	2 453 378	7 06 38	Attila, Ramóna, Bálint, Melánia, Rajmund, Valentin
8.	2 453 379	7 10 34	Gyöngyvér, Virág
9.	2 453 380	7 14 31	Marcell
10.	2 453 381	7 18 27	Melánia, Vilma, Vilmos
11.	2 453 382	7 22 24	Ágota, Agáta
12.	2 453 383	7 26 21	Ernő, Erna, Emesztina, Veronika
13.	2 453 384	7 30 17	Veronika, Csongor, Ivett, Judit, Vera
14.	2 453 385	7 34 14	Bódog
15.	2 453 386	7 38 10	Loránd, Lóránt, Alfréd, Pál, Sándor
16.	2 453 387	7 42 07	Gusztáv, Fanni, Henrik, Marcell, Ottó, Stefánia
17.	2 453 388	7 46 03	Antal, Antónia, Leonetta, Roxána
18.	2 453 389	7 50 00	Piroska, Aténé, Beatrix, Margit, Pál
19.	2 453 390	7 53 56	Sára, Márió, Margit, Márta, Sarolta, Veronika
20.	2 453 391	7 57 53	Fábián, Sebestyén, Szebasztián, Tímea
21.	2 453 392	8 01 50	Ágnes
22.	2 453 393	8 05 46	Vince, Artúr, Artemisz, Cintia, Dorián
23.	2 453 394	8 09 43	Zelma, Rajmund, Emese, János, Mária
24.	2 453 395	8 13 39	Timót, Erik, Erika, Ferenc, Vera, Veronika, Xénia
25.	2 453 396	8 17 36	Pál, Henriett, Henretta, Henrik, Péter
26.	2 453 397	8 21 32	Vanda, Paula, Títanilla
27.	2 453 398	8 25 29	Angelika, Angéla, János
28.	2 453 399	8 29 25	Károly, Karola, Agnes, Amália, Apollónia, Margit, Péter
29.	2 453 400	8 33 22	Adél, Etelka, Ferenc
30.	2 453 401	8 37 19	Martina, Gerda, Gellért
31.	2 453 402	8 41 15	Marcella, János, Lujza, Péter

6. Vízkereszt.

14. A Julián-naptár szerinti újév napja.



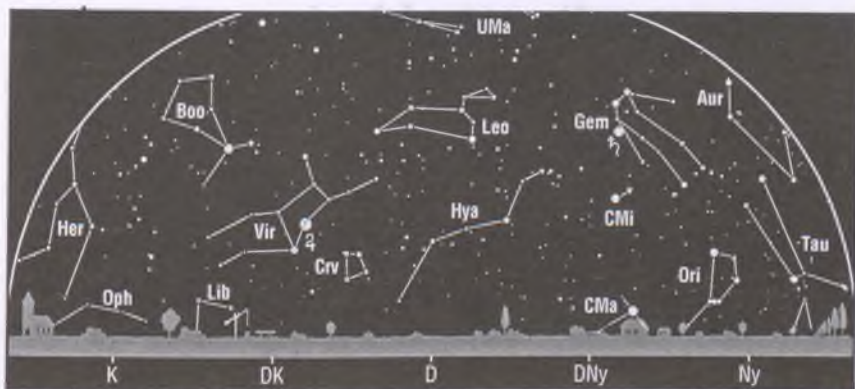
## Az esti égbolt

Hold 11-től 25-ig, Szaturnusz, Uránusz és Neptunusz kora este.

**Kettőscsillagok:**  $\gamma$  And,  $\sigma$  Ori,  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa. **Nyílthalmazok:**  $\eta$  és  $\chi$  Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem), M50 (Mon), M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). **Gömbthalmazok:** M15 (Peg), M79 (Lep). **Gázködök:** M1 (Rák-köd, Tau), M42–43 (Orion-köd, Ori). **Galaxisok:** M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M77 (Cet), M81–82 (UMa).

## Csillagászati események

- 2. 02<sup>h</sup> A Föld napközeli.
- 3. 19<sup>h</sup> Utolsó negyed.
- 4. 03<sup>h</sup> A Jupiter 0<sup>o</sup>3-kal északra a Holdtól, fedés (házánkból nem látható).
- 7. 20<sup>h</sup> A Mars 3<sup>o</sup>4-kal északra a Holdtól.
- 7. 22<sup>h</sup> A Mars 4<sup>o</sup>6-kal északra az Antarestől.
- 9. 03<sup>h</sup> A Merkúr 4<sup>o</sup>9-kal északra a Holdtól.
- 9. 04<sup>h</sup> A Vénusz 4<sup>o</sup>8-kal északra a Holdtól.
- 10. 13<sup>h</sup> Újhold.
- 12. 00<sup>h</sup> A Neptunusz 4<sup>o</sup>7-kal északra a Holdtól.
- 13. 09<sup>h</sup> Az Uránusz 3<sup>o</sup>3-kal északra a Holdtól.
- 14. 00<sup>h</sup> A Szaturnusz szembenállásban.
- 14. 02<sup>h</sup> A Merkúr 0<sup>o</sup>3-kal délre a Vénusztól.
- 17. 08<sup>h</sup> Első negyed.
- 24. 09<sup>h</sup> A Szaturnusz 4<sup>o</sup>9-kal délre a Holdtól.
- 25. 12<sup>h</sup> Telehold.
- 31. 12<sup>h</sup> A Jupiter 0<sup>o</sup>8-kal északra a Holdtól, fedés (házánkból nem látható).



## A hajnali égbolt

Hold 9-ig és 25-től, Merkúr, Vénusz, Mars, Jupiter, Szaturnusz kora hajnalban. Quadrantidák meteorraj.

## A bolygók

**Merkúr:** A hónap első felében látható hajnalban a keleti látóhatár fölött. Láthatósága a hó közepétől gyorsan romlik. A hó elején másfél órával, a végén csak negyed órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** A napkelte előtt látható a keleti látóhatár fölött. A hó elején másfél órával, végén fél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-3^m9$ ; fázisa 0.93-ról 0.97-ra növekszik.

**Mars:** A hajnali égbolton látható a Skorpíó, majd a Kígyótartó csillagképben. Három órával kel a Nap előtt. Fényessége  $1^m5$ , átmérője  $4''.4$ , mindkettő növekszik.

**Jupiter:** Éjfél előtt kel. Az éjszaka második felében látható a Szűz csillagképben. Fényessége  $-2^m0$ , átmérője  $37''$ .

**Szaturnusz:** Egész éjszaka látható az Ikrek csillagképben. 14-én kerül szembenállásba a Nappal. Fényessége  $-0^m4$ , átmérője  $21''$ .

**Uránusz, Neptunusz:** A Neptunusz az év első napjaiban, az Uránusz az egész hónap folyamán megkereshető az esti égbolton, de láthatóságuk gyorsan romlik.





$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5'$ 

## Naptár – február

KÖZEI

dátum	Nap				$h_d$ °	$E_t$ m	Hold				fázis h m
	kel	delel	nyugszik				kel	delel	nyugszik		
	h m	h m	h m				h m	h m	h m		
5. hét											
1. k 32.	7 10	11 58	16 45	25.4	–13.5		—	4 43	9 57	☉	
2. sz 33.	7 09	11 58	16 47	25.7	–13.7		0 33	5 30	10 17	☉	8 27
3. cs 34.	7 08	11 58	16 49	25.9	–13.8		1 52	6 22	10 43	☉	
4. p 35.	7 06	11 58	16 50	26.3	–13.9		3 13	7 19	11 19	☉	
5. sz 36.	7 05	11 58	16 52	26.6	–14.0		4 32	8 22	12 09	☉	
6. v 37.	7 04	11 58	16 53	26.8	–14.1		5 41	9 28	13 17	☉	
6. hét											
7. h 38.	7 02	11 58	16 55	27.2	–14.1		6 35	10 34	14 40	☉	
8. k 39.	7 01	11 58	16 56	27.5	–14.2		7 14	11 36	16 09	☉	23 28
9. sz 40.	6 59	11 58	16 58	27.8	–14.2		7 43	12 34	17 38	☉	
10. cs 41.	6 58	11 58	17 00	28.1	–14.2		8 05	13 27	19 03	☉	
11. p 42.	6 56	11 58	17 01	28.4	–14.2		8 24	14 16	20 23	☉	
12. sz 43.	6 54	11 58	17 03	28.8	–14.2		8 41	15 03	21 41	☉	
13. v 44.	6 53	11 58	17 04	29.1	–14.2		8 58	15 49	22 57	☉	
7. hét											
14. h 45.	6 51	11 58	17 06	29.4	–14.2		9 16	16 35	—	☉	
15. k 46.	6 50	11 58	17 07	29.8	–14.2		9 36	17 22	0 11	☉	
16. sz 47.	6 48	11 58	17 09	30.1	–14.1		10 02	18 11	1 23	☉	1 16
17. cs 48.	6 46	11 58	17 11	30.5	–14.0		10 34	19 01	2 33	☉	
18. p 49.	6 45	11 58	17 12	30.8	–14.0		11 14	19 52	3 37	☉	
19. sz 50.	6 43	11 58	17 14	31.2	–13.9		12 05	20 44	4 32	☉	
20. v 51.	6 41	11 58	17 15	31.6	–13.8		13 04	21 34	5 18	☉	
8. hét											
21. h 52.	6 39	11 58	17 17	31.9	–13.7		14 10	22 22	5 53	☉	
22. k 53.	6 37	11 57	17 18	32.3	–13.5		15 19	23 09	6 21	☉	
23. sz 54.	6 36	11 57	17 20	32.6	–13.4		16 28	23 53	6 43	☉	
24. cs 55.	6 34	11 57	17 21	33.0	–13.3		17 38	—	7 01	☉	5 54
25. p 56.	6 32	11 57	17 23	33.4	–13.1		18 47	0 35	7 17	☉	
26. sz 57.	6 30	11 57	17 24	33.8	–13.0		19 57	1 17	7 32	☉	
27. v 58.	6 28	11 57	17 26	34.1	–12.8		21 08	1 59	7 47	☉	
9. hét											
28. h 59.	6 26	11 57	17 27	34.5	–12.6		22 23	2 42	8 03	☉	

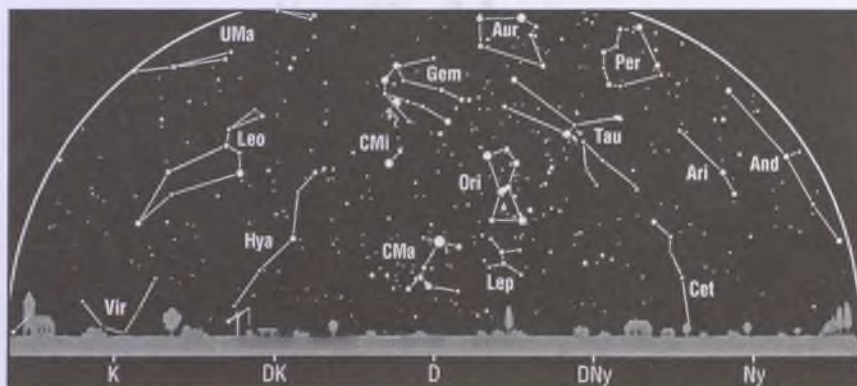


## február

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 453 403	8 45 12	Ignác, <i>Brigitta, Kincső</i>
2.	2 453 404	8 49 08	Karolina, Aida, <i>Johanna, Mária</i>
3.	2 453 405	8 53 05	Balázs, <i>Oszkár</i>
4.	2 453 406	8 57 01	Ráhel, Csenge, <i>András, Andrea, Róbert, Veronika</i>
5.	2 453 407	9 00 58	Ágota, Ingrid, <i>Agáta, Alida, Etelka, Kolos</i>
6.	2 453 408	9 04 54	Dorottya, Dóra, <i>Amanda, Dorina, Dorka, Réka</i>
7.	2 453 409	9 08 51	Tódor, Rómeó, <i>Richárd</i>
8.	2 453 410	9 12 48	Aranka, János, <i>Zsaklin</i>
9.	2 453 411	9 16 44	Abigél, Alex, <i>Apollónia, Erik, Erika</i>
10.	2 453 412	9 20 41	Elvira, <i>Ella, Pál, Vilmos</i>
11.	2 453 413	9 24 37	Bertold, Marietta, <i>Dezső, Elek, Mária, Titanilla</i>
12.	2 453 414	9 28 34	Livia, Lídia, <i>Lilla</i>
13.	2 453 415	9 32 30	Ella, Linda, <i>Gergely, Gergő, Katalin, Leila, Levente</i>
14.	2 453 416	9 36 27	Bálint, Valentin
15.	2 453 417	9 40 23	Kolos, Georgina, <i>Alfréd, Gina, Györgyi</i>
16.	2 453 418	9 44 20	Julianna, Lilla, <i>Dániel, Illés, Sámuel</i>
17.	2 453 419	9 48 17	Donát, <i>Alex, Elek</i>
18.	2 453 420	9 52 13	Bernadett, <i>Simon</i>
19.	2 453 421	9 56 10	Zsuzsanna, <i>Eliza, Elizabet</i>
20.	2 453 422	10 00 06	Aladár, Álmos, <i>Elemér, Leona</i>
21.	2 453 423	10 04 03	Eleonóra, György, <i>Leona, Leonóra, Nóra, Péter</i>
22.	2 453 424	10 07 59	Gerzson, Gréta, <i>Margit, Pál, Péter</i>
23.	2 453 425	10 11 56	Alfréd, <i>Ottó, Péter</i>
24.	2 453 426	10 15 52	Mátyás, <i>Darinka, Hedvig, János</i>
25.	2 453 427	10 19 49	Géza, <i>Vanda</i>
26.	2 453 428	10 23 46	Edina, <i>Alexander, Géza, Győző, Izabella, Sándor, Viktor</i>
27.	2 453 429	10 27 42	Ákos, Bátor, <i>Antigoné, Gábor, László</i>
28.	2 453 430	10 31 39	Elemér, <i>Antónia</i>

9. A kínai naptár 4642. évének kezdete.

9. Az iszlám naptár 1426. évének kezdete napnyugtakor.



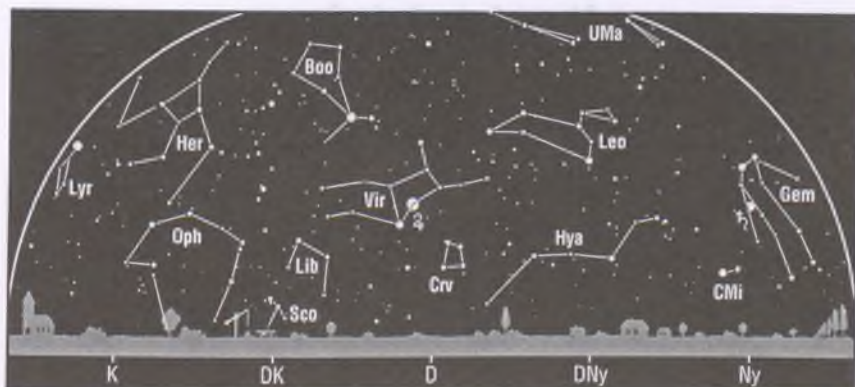
## Az esti égbolt

Hold 9-től 24-ig, Merkúr 25-től, Jupiter késő este, Szaturnusz.

**Kettőscsillagok:**  $\gamma$  And,  $\sigma$  Ori,  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa. **Nyílthalmazok:**  $\eta$  és  $\chi$  Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem), M50 (Mon), M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). **Gömbthalmazok:** M79 (Lep). **Gázködök:** M1 (Rák-köd, Tau), M42–43 (Orion-köd, Ori). **Galaxisok:** M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M81–82 (UMa).

## Csillagászati események

2. 08<sup>h</sup> Utolsó negyed.
3. 20<sup>h</sup> A Neptunusz együttállásban a Nappal.
4. 06<sup>h</sup> Az Antares 1<sup>o</sup>0-kal délre a Holdtól, fedés.
5. 14<sup>h</sup> A Mars 4<sup>o</sup>2-kal északra a Holdtól.
8. 23<sup>h</sup> Újhold.
14. 12<sup>h</sup> A Merkúr felső együttállásban.
14. 20<sup>h</sup> A Vénusz 0<sup>o</sup>9-kal délre a Neptunusztól.
16. 01<sup>h</sup> Első negyed.
20. 12<sup>h</sup> A Szaturnusz 5<sup>o</sup>0-kal délre a Holdtól.
24. 06<sup>h</sup> Telehold.
25. 08<sup>h</sup> Az Uránusz együttállásban a Nappal.
27. 16<sup>h</sup> A Jupiter 1<sup>o</sup>0-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).



## A hajnali égbolt

Hold 7-ig és 24-től, Vénusz, Mars, Jupiter.

## A bolygók

**Merkúr:** Helyzete a hónap nagy részében megfigyelésre nem alkalmas. 14-én felső együttállásban van a Nappal. A hónap utolsó napjaiban már megkísérelhető észlelése az esti szürkületben a nyugati látóhatár közelében. Ekkor egy órával nyugszik a Nap után.

**Vénusz:** A hónap első felében még megkereshető a hajnali szürkületben a keleti látóhatár fölött. A hó elején fél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-3^m9$ ; fázisa 0.97-ről 0.99-ra növekszik.

**Mars:** A hajnali égbolton látható a Nyilas csillagképben. Két és fél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $1^m3$ , átmérője  $4''.8$ , mindkettő növekszik.

**Jupiter:** Késő este kel. Az éjszaka nagy részében megfigyelhető a Szűz csillagképben. Fényessége  $-2^m2$ , átmérője  $41''$ .

**Szaturnusz:** Az éjszaka nagy részében látható az Ikrek csillagképben. A hajnali órákban nyugszik. Fényessége  $-0^m2$ , átmérője  $20''$ .

**Uránusz, Neptunusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhetők meg. A Neptunusz 3-án, az Uránusz 25-én kerül együttállásba a Nappal.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5$ 

## Naptár – március

KÖZEI\*

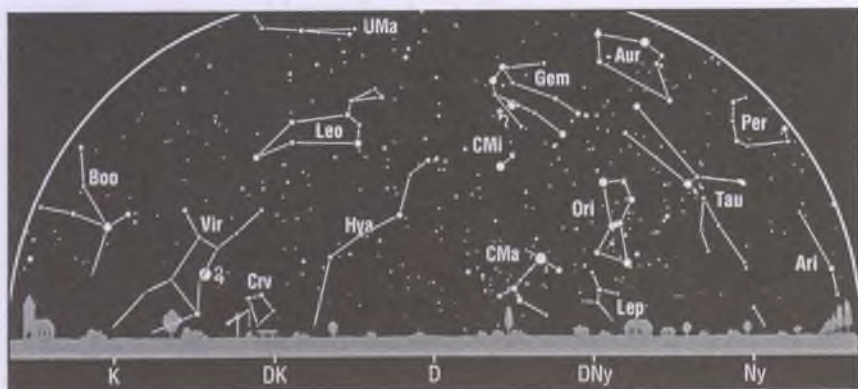
dátum	Nap					Hold					fázis h m
	kel, delel, nyugszik			$h_d$ °	$E_t$ m	kel, delel, nyugszik					
	h m	h m	h m					h m	h m	h m	
9. hét											
1. k 60.	6 25	11 56	17 29	34.9	−12.4	23 40	3 28	8 22	☉	18 36	
2. sz 61.	6 23	11 56	17 30	35.3	−12.2	—	4 17	8 45	☉		
3. cs 62.	6 21	11 56	17 32	35.6	−12.0	1 00	5 12	9 16	☉		
4. p 63.	6 19	11 56	17 33	36.0	−11.8	2 18	6 11	9 59	☉		
5. sz 64.	6 17	11 55	17 35	36.4	−11.6	3 29	7 13	10 58	☉		
6. v 65.	6 15	11 55	17 36	36.8	−11.3	4 26	8 17	12 13	☉		
10. hét											
7. h 66.	6 13	11 55	17 38	37.2	−11.1	5 10	9 19	13 37	☉	10 10	
8. k 67.	6 11	11 55	17 39	37.6	−10.9	5 42	10 18	15 05	☉		
9. sz 68.	6 09	11 55	17 41	38.0	−10.6	6 06	11 12	16 31	☉		
10. cs 69.	6 07	11 54	17 42	38.3	−10.4	6 26	12 03	17 54	☉		
11. p 70.	6 05	11 54	17 44	38.8	−10.1	6 44	12 51	19 14	☉		
12. sz 71.	6 03	11 54	17 45	39.1	−9.9	7 00	13 38	20 32	☉		
13. v 72.	6 01	11 53	17 47	39.5	−9.6	7 18	14 25	21 49	☉		
11. hét											
14. h 73.	5 59	11 53	17 48	39.9	−9.3	7 37	15 13	23 04	☉	20 19	
15. k 74.	5 57	11 53	17 49	40.3	−9.0	8 01	16 02	—	☉		
16. sz 75.	5 55	11 53	17 51	40.7	−8.8	8 30	16 53	0 18	☉		
17. cs 76.	5 53	11 52	17 52	41.1	−8.5	9 08	17 45	1 26	☉		
18. p 77.	5 51	11 52	17 54	41.5	−8.2	9 55	18 36	2 26	☉		
19. sz 78.	5 49	11 52	17 55	41.9	−7.9	10 52	19 27	3 15	☉		
20. v 79.	5 47	11 51	17 57	42.3	−7.6	11 56	20 17	3 54	☉		
12. hét											
21. h 80.	5 45	11 51	17 58	42.7	−7.3	13 04	21 03	4 24	☉	21 58	
22. k 81.	5 43	11 51	17 59	43.1	−7.0	14 13	21 48	4 48	☉		
23. sz 82.	5 41	11 51	18 01	43.5	−6.7	15 23	22 31	5 07	☉		
24. cs 83.	5 39	11 50	18 02	43.9	−6.4	16 33	23 13	5 24	☉		
25. p 84.	5 37	11 50	18 04	44.3	−6.1	17 44	23 56	5 39	☉		
26. sz 85.	5 35	11 50	18 05	44.6	−5.8	18 56	—	5 54	☉		
27. v 86.	5*33	11*49	18*07	45.0	−5.5	20*11	0 39	6*09	☉		
13. hét											
28. h 87.	5*31	11*49	18*08	45.4	−5.2	21*28	1*25	6*27	☉	21 58	
29. k 88.	5*29	11*49	18*09	45.8	−4.9	22*49	2*14	6*49	☉		
30. sz 89.	5*27	11*48	18*11	46.2	−4.6	—	3*07	7*18	☉		
31. cs 90.	5*25	11*48	18*12	46.6	−4.3	0*08	4*05	7*57	☉		

\*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!



## március

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{\text{gr}}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 453 431	10 35 35	Albin, <i>Dávid</i>
2.	2 453 432	10 39 32	Lujza, <i>Henriett, Henrietta, Henrik, Károly</i>
3.	2 453 433	10 43 28	Kornélia, <i>Frigyes, Irma, Kamilla, Oszkár</i>
4.	2 453 434	10 47 25	Kázmér, <i>Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Zorán</i>
5.	2 453 435	10 51 21	Adorján, <i>Adrián, Adriána, Adrienn, Olivér, Olívia</i>
6.	2 453 436	10 55 18	Leonóra, <i>Inez, Ágnes, Elvira</i>
7.	2 453 437	10 59 15	Tamás
8.	2 453 438	11 03 11	Zoltán, <i>Apollónia, Beáta, János</i>
9.	2 453 439	11 07 08	Franciska, <i>Fanni, Gergely, György, Katalin, Rebeka</i>
10.	2 453 440	11 11 04	Ildikó, <i>Anasztázia, Ede, Emil, Kamilla, Kolos, Melitta</i>
11.	2 453 441	11 15 01	Szilárd, <i>Aladár, Borsika, Terézia, Tímea</i>
12.	2 453 442	11 18 57	Gergely, <i>Gergő, György</i>
13.	2 453 443	11 22 54	Krisztián, <i>Ajtony, Arabella, Ida, Rozina, Zoltán</i>
14.	2 453 444	11 26 50	Matild
15.	2 453 445	11 30 47	<b>Nemzeti ünnep</b> ; Kristóf, <i>Krisztofer, Lujza, Lukrécia</i>
16.	2 453 446	11 34 44	Henrietta, <i>Ábris, Bálint, Henrik, Valentin</i>
17.	2 453 447	11 38 40	Gertrúd, <i>Patrik, József</i>
18.	2 453 448	11 42 37	Sándor, <i>Ede, Alexa, Alexander, Alexandra, Nárcisz</i>
19.	2 453 449	11 46 33	József, <i>Bánk</i>
20.	2 453 450	11 50 30	Klaudia, <i>Alexa, Alexandra, Irma</i>
21.	2 453 451	11 54 26	Benedek, <i>Bence, Gergely, Gergő, Miklós, Nikolett</i>
22.	2 453 452	11 58 23	Beáta, <i>Izolda, Csilla, Katalin, Lea, Lia</i>
23.	2 453 453	12 02 19	Emőke, <i>Ottó</i>
24.	2 453 454	12 06 16	Gábor, <i>Karina, Ella, Gabriella, Katalin</i>
25.	2 453 455	12 10 13	Irén, <i>Írisz, Irina, Kristóf, Lúcia, Mária</i>
26.	2 453 456	12 14 09	Emánuel, <i>Dusán, Leonóra</i>
27.	2 453 457	12 18 06	<b>Húsvét</b> ; Hajnalka, <i>Augusztá, Augusztina, János, Lídia</i>
28.	2 453 458	12 22 02	<b>Húsvét</b> ; Gedeon, <i>Johanna, Hanna, János, Maja</i>
29.	2 453 459	12 25 59	Augusztá, <i>Augusztina</i>
30.	2 453 460	12 29 55	Zalán
31.	2 453 461	12 33 52	Árpád, <i>Ákos, Benjámín, Johanna, Kornélia</i>



## Az esti égbolt

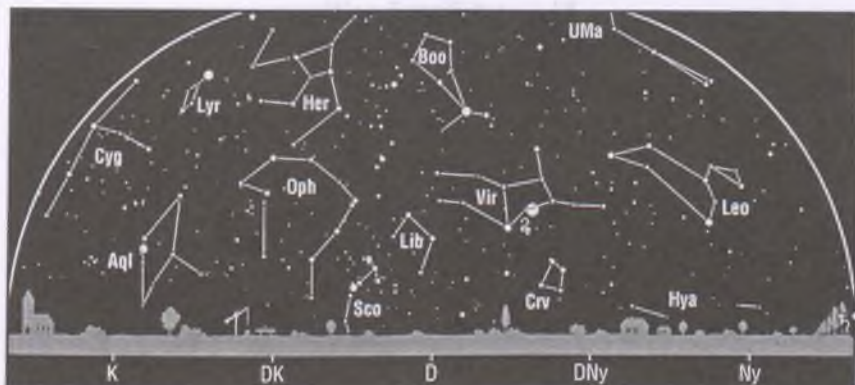
Hold 11-től 25-ig, Merkúr 23-ig, Jupiter késő este, Szaturnusz. Virginidák meteorraj.

**Kettőscsillagok:**  $\sigma$  Ori,  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa. **Nylthalmazok:**  $\eta$  és  $\chi$  Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem), M50 (Mon), M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). **Gömbhalmazok:** M3 (CVn). **Gázködök:** M1 (Rák-köd, Tau), M42–43 (Orion-köd, Ori). **Galaxisok:** M81–82 (UMa), M106 (CVn), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

## Csillagászati események

- 3. 19<sup>h</sup> Utolsó negyed.
- 6. 07<sup>h</sup> A Mars 4<sup>o</sup>.4-kal északra a Holdtól.
- 10. 10<sup>h</sup> Újhold.
- 11. 17<sup>h</sup> A Merkúr 3<sup>o</sup>.0-kal északra a Holdtól.
- 12. 19<sup>h</sup> A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (18<sup>o</sup>).
- 17. 20<sup>h</sup> Első negyed.
- 19. 17<sup>h</sup> A Szaturnusz 5<sup>o</sup>.1-kal délre a Holdtól.
- 20. 13<sup>h</sup> 33<sup>m</sup> Napéjgyenlőség.
- 23. 08<sup>h</sup> A Pallas szembenállásban.
- 25. 22<sup>h</sup> Telehold.
- 26. 17<sup>h</sup> A Jupiter 0<sup>o</sup>.9-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkban nem látható).
- 29. 17<sup>h</sup>\* A Merkúr alsó együttállásban.
- 31. 04<sup>h</sup>\* A Vénusz felső együttállásban.





## A hajnali égbolt

Hold 9-ig és 25-től, Mars, Jupiter.

## A bolygók

**Merkúr:** Este látható a nyugati látóhatár fölött. Az év folyamán e hó közepe a legkedvezőbb időszak a bolygó esti megfigyelésére. 12-én van legnagyobb keleti kitérésben, 18"-ra a Naptól. A hónap utolsó hetében láthatósága gyorsan romlik. 29-én alsó együttállásban van a Nappal.

**Vénusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 31-én kerül felső együttállásba a Nappal.

**Mars:** A hajnali égbolton látható a Nyilas, majd a Bak csillagképben. Két órával kel a Nap előtt. Fényessége  $1^m 1$ , átmérője  $5''.4$ , mindkettő növekszik.

**Jupiter:** Az esti órákban kel. Az éjszaka nagy részében megfigyelhető a Szűz csillagképben. Fényessége  $-2^m 4$ , átmérője  $44''$ .

**Szaturnusz:** Az éjszaka nagy részében látható az Ikrek csillagképben. A kora hajnali órákban nyugszik. Fényessége  $0^m 0$ , átmérője  $19''$ .

**Uránusz, Neptunusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhetők meg.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47.5$ 

## Naptár – április

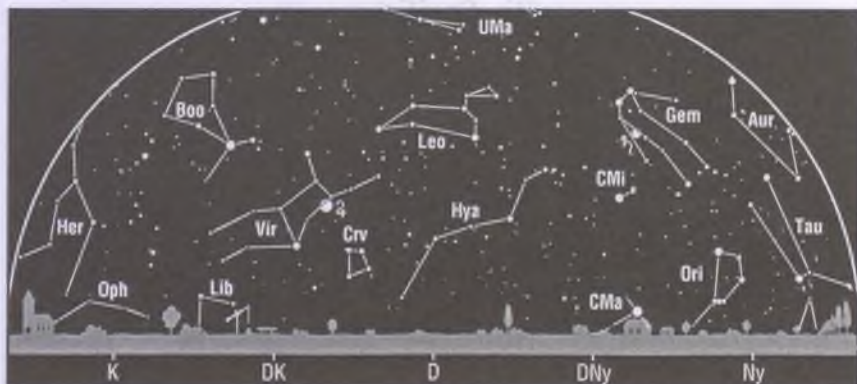
KÖZEI\*

dátum	Nap					Hold				
	kel	delel	nyugszik	$h_d$	$E_l$	kel	delel	nyugszik	fázis	
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m	h m	
13. hét										
1. p 91.	5*23	11*48	18*14	47.0	-4.0	1*22	5*06	8*50	☉	
2. sz 92.	5*21	11*48	18*15	47.4	-3.7	2*23	6*09	9*58	☉	1*50
3. v 93.	5*19	11*47	18*16	47.8	-3.4	3*09	7*10	11*18	☉	
14. hét										
4. h 94.	5*17	11*47	18*18	48.1	-3.1	3*43	8*08	12*43	☉	
5. k 95.	5*15	11*47	18*19	48.5	-2.8	4*09	9*02	14*07	☉	
6. sz 96.	5*13	11*46	18*21	48.9	-2.5	4*30	9*52	15*29	☉	
7. cs 97.	5*11	11*46	18*22	49.3	-2.2	4*48	10*41	16*48	☉	
8. p 98.	5*09	11*46	18*24	49.7	-2.0	5*04	11*27	18*06	☉	21*32
9. sz 99.	5*07	11*46	18*25	50.0	-1.7	5*21	12*14	19*24	☉	
10. v 100.	5*05	11*45	18*26	50.4	-1.4	5*39	13*02	20*41	☉	
15. hét										
11. h 101.	5*03	11*45	18*28	50.8	-1.1	6*01	13*51	21*57	☉	
12. k 102.	5*01	11*45	18*29	51.1	-0.9	6*28	14*42	23*09	☉	
13. sz 103.	4*59	11*45	18*31	51.5	-0.6	7*02	15*34	—	☉	
14. cs 104.	4*58	11*44	18*32	51.8	-0.4	7*46	16*27	0*14	☉	
15. p 105.	4*56	11*44	18*33	52.2	-0.1	8*39	17*19	1*09	☉	
16. sz 106.	4*54	11*44	18*35	52.6	+0.1	9*41	18*09	1*52	☉	15*37
17. v 107.	4*52	11*44	18*36	52.9	+0.3	10*48	18*57	2*26	☉	
16. hét										
18. h 108.	4*50	11*43	18*38	53.3	+0.6	11*57	19*42	2*51	☉	
19. k 109.	4*48	11*43	18*39	53.6	+0.8	13*06	20*25	3*12	☉	
20. sz 110.	4*46	11*43	18*40	54.0	+1.0	14*16	21*08	3*29	☉	
21. cs 111.	4*45	11*43	18*42	54.3	+1.2	15*26	21*50	3*45	☉	
22. p 112.	4*43	11*42	18*43	54.7	+1.4	16*37	22*33	4*00	☉	
23. sz 113.	4*41	11*42	18*45	55.0	+1.6	17*52	23*18	4*15	☉	
24. v 114.	4*39	11*42	18*46	55.3	+1.8	19*10	—	4*32	☉	11*06
17. hét										
25. h 115.	4*37	11*42	18*47	55.7	+2.0	20*31	0*07	4*52	☉	
26. k 116.	4*36	11*42	18*49	56.0	+2.2	21*54	1*00	5*19	☉	
27. sz 117.	4*34	11*42	18*50	56.3	+2.3	23*12	1*57	5*55	☉	
28. cs 118.	4*32	11*41	18*52	56.6	+2.5	—	2*59	6*44	☉	
29. p 119.	4*31	11*41	18*53	56.9	+2.6	0*18	4*03	7*49	☉	
30. sz 120.	4*29	11*41	18*54	57.2	+2.8	1*09	5*05	9*06	☉	

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## április

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 453 462	12 37 48	Hugó, <i>Pál</i>
2.	2 453 463	12 41 45	Áron, <i>Ferenc, Mária, Tünde</i>
3.	2 453 464	12 45 42	Buda, Richárd, <i>Irén, Irina</i>
4.	2 453 465	12 49 38	Izidor
5.	2 453 466	12 53 35	Vince, <i>Irén, Irina, Julianna, Teodóra</i>
6.	2 453 467	12 57 31	Vilmos, Bőborka, <i>Dénes</i>
7.	2 453 468	13 01 28	Herman, <i>Armand, Armin, Árpád, József, Mária</i>
8.	2 453 469	13 05 24	Dénes, <i>Júlia, Valter</i>
9.	2 453 470	13 09 21	Erhard, <i>Dusán, Vince</i>
10.	2 453 471	13 13 17	Zsolt
11.	2 453 472	13 17 14	Leó, Szaniszló, <i>Ariel, Glória, Leona</i>
12.	2 453 473	13 21 11	Gyula, <i>Csaba, Csanád, Szilárd</i>
13.	2 453 474	13 25 07	Ida, <i>Hermína, Martin, Márton</i>
14.	2 453 475	13 29 04	Tibor, <i>Benedek, Gusztáv, Lídia</i>
15.	2 453 476	13 33 00	Anasztázia, Tás
16.	2 453 477	13 36 57	Csongor, <i>Benedek, Bernadett, Enikő, József</i>
17.	2 453 478	13 40 53	Rudolf, <i>Anasztázia, Árnika, Csongor, Klára, Rezső</i>
18.	2 453 479	13 44 50	Andrea, Ilma, <i>Aladár, Hermína</i>
19.	2 453 480	13 48 46	Emma, <i>Malvin</i>
20.	2 453 481	13 52 43	Tivadar, <i>Aladár, Odett, Tihamér</i>
21.	2 453 482	13 56 40	Konrád, <i>Zsombor</i>
22.	2 453 483	14 00 36	Csilla, Noémi
23.	2 453 484	14 04 33	Béla, <i>Albert, Gellért, György, Ilona, Sándor</i>
24.	2 453 485	14 08 29	György, <i>Csaba, Debóra, Györgyi, Hunor, Melitta, Simon</i>
25.	2 453 486	14 12 26	Márk, <i>Ervin</i>
26.	2 453 487	14 16 22	Ervin, <i>Marcell, Mária, Tihamér</i>
27.	2 453 488	14 20 19	Zita, <i>Mariann, Marianna, Péter</i>
28.	2 453 489	14 24 15	Valéria, <i>Dorisz, Pál, Patrícia, Patrik, Teodóra</i>
29.	2 453 490	14 28 12	Péter, <i>Antónia, Kata, Katalin, Róbert, Roberta, Tihamér</i>
30.	2 453 491	14 32 09	Katalin, <i>Kitti, Hilda, Ildikó, Mariann, Tivadar, Zsófia</i>



## Az esti égbolt

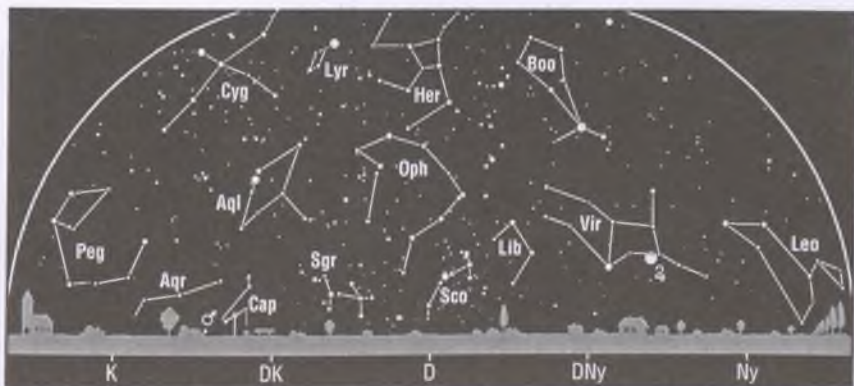
Hold 9-től 24-ig, Jupiter, Szaturnusz.

**Kettőscsillagok:**  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa. **Nyílthalmazok:** M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem), M50 (Mon), M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). **Gömbhalmazok:** M3 (CVn), M13 (Her), M92 (Her). **Galaxisok:** M81–82 (UMa), M106 (CVn), M49 (Vir), M87 (Vir), M104 (Sombbrero-galaxis, Vir), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

## Csillagászati események

2. 02<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
3. 17<sup>h</sup>\* A Jupiter szembenállásban.
3. 23<sup>h</sup>\* A Mars 3<sup>o</sup>8'-kal északra a Holdtól.
4. 10<sup>h</sup>\* A Neptunusz 4<sup>o</sup>6'-kal északra a Holdtól.
5. 23<sup>h</sup>\* Az Uránusz 2<sup>o</sup>9'-kal északra a Holdtól.
7. 15<sup>h</sup>\* A Merkúr 2<sup>o</sup>6'-kal északra a Holdtól.
8. 22<sup>h</sup>\* Újhold, gyűrűs-teljes napfogyatkozás (hazánkból nem látható).
13. 01<sup>h</sup>\* A Mars 1<sup>o</sup>2'-kal délre a Neptunusztól.
16. 02<sup>h</sup>\* A Szaturnusz 5<sup>o</sup>1'-kal délre a Holdtól.
16. 16<sup>h</sup>\* Első negyed.
22. 19<sup>h</sup>\* A Jupiter 0<sup>o</sup>6'-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
24. 11<sup>h</sup>\* Telehold, félárnyékos holdfogyatkozás (hazánkból nem látható).
26. 18<sup>h</sup>\* A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (27<sup>o</sup>).
27. 00<sup>h</sup>\* Az Antares 0<sup>o</sup>7'-kal délre a Holdtól, fedés.





## A hajnali égbolt

Hold 7-ig és 24-től, Merkúr 6-tól, Mars, Jupiter, Uránusz, Neptunusz. Áprilisi Lyridák meteorraj.

## A bolygók

**Merkúr:** A hónap második felében megkísérélhető észlelése a hajnali szürkületben a keleti látóhatár közelében. Mindössze fél órával kel a Nap előtt. 26-án van legnagyobb nyugati kitérésben, 27<sup>n</sup>-ra a Naptól.

**Vénusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

**Mars:** A hajnali égbolton látható a Bak, majd a Vízöntő csillagképben. Két órával kel a Nap előtt. Fényessége 0<sup>m</sup>8, átmérője 6<sup>''</sup>2, mindkettő növekszik.

**Jupiter:** Egész éjszaka megfigyelhető a Szűz csillagképben. Napkelte körül nyugszik. 3-án kerül szembenállásba a Nappal. Fényessége -2<sup>m</sup>4, átmérője 44<sup>''</sup>.

**Szaturnusz:** Az éjszaka első felében látható az Ikrék csillagképben. Éjfél után nyugszik. Fényessége 0<sup>m</sup>1, átmérője 18<sup>''</sup>.

**Uránusz, Neptunusz:** Hajnalban kelnek, helyzetük megfigyelésre nem kedvező.





$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5$ 

## Naptár – május

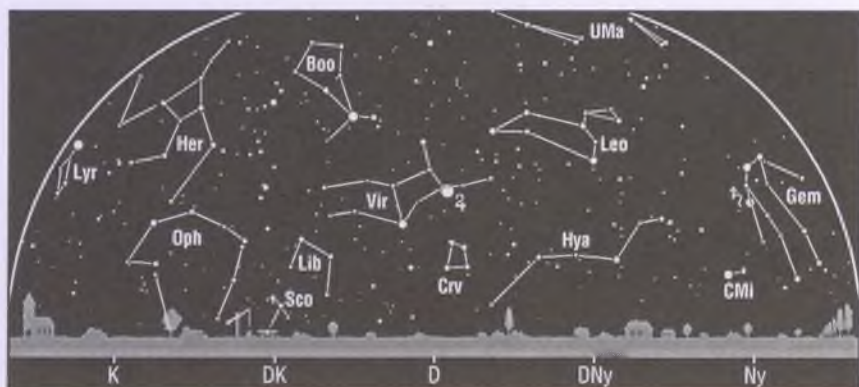
KÖZEI\*

dátum	Nap					Hold				fázis h m
	kel,	delel,	nyugszik	$h_d$	$E_t$	kel,	delel,	nyugszik		
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m		
17. hét										
1. v 121.	4*27	11*41	18*56	57.5	+2.9	1*47	6*03	10*29	☾	7*24
18. hét										
2. h 122.	4*26	11*41	18*57	57.8	+3.0	2*14	6*58	11*53	☾	
3. k 123.	4*24	11*41	18*58	58.1	+3.1	2*36	7*48	13*14	☾	
4. sz 124.	4*23	11*41	19*00	58.4	+3.2	2*54	8*36	14*32	☾	
5. cs 125.	4*21	11*41	19*01	58.7	+3.3	3*10	9*22	15*48	☾	
6. p 126.	4*20	11*41	19*03	59.0	+3.4	3*26	10*07	17*04	☾	
7. sz 127.	4*18	11*41	19*04	59.3	+3.5	3*44	10*54	18*20	☾	
8. v 128.	4*17	11*40	19*05	59.6	+3.5	4*04	11*42	19*36	☾	9*45
19. hét										
9. h 129.	4*15	11*40	19*07	59.8	+3.6	4*28	12*32	20*50	☾	
10. k 130.	4*14	11*40	19*08	60.1	+3.6	4*59	13*24	21*59	☾	
11. sz 131.	4*12	11*40	19*09	60.4	+3.6	5*39	14*17	22*59	☾	
12. cs 132.	4*11	11*40	19*10	60.6	+3.7	6*28	15*10	23*47	☾	
13. p 133.	4*10	11*40	19*12	60.9	+3.7	7*27	16*01	—	☾	
14. sz 134.	4*08	11*40	19*13	61.1	+3.7	8*33	16*50	0*25	☾	
15. v 135.	4*07	11*40	19*14	61.3	+3.7	9*41	17*36	0*53	☾	
20. hét										
16. h 136.	4*06	11*40	19*16	61.6	+3.7	10*50	18*19	1*16	☾	9*56
17. k 137.	4*05	11*40	19*17	61.8	+3.6	11*58	19*01	1*34	☾	
18. sz 138.	4*04	11*40	19*18	62.0	+3.6	13*07	19*43	1*50	☾	
19. cs 139.	4*02	11*40	19*19	62.2	+3.6	14*17	20*25	2*05	☾	
20. p 140.	4*01	11*41	19*20	62.4	+3.5	15*29	21*09	2*19	☾	
21. sz 141.	4*00	11*41	19*22	62.6	+3.5	16*45	21*55	2*35	☾	
22. v 142.	3*59	11*41	19*23	62.9	+3.4	18*06	22*47	2*54	☾	
21. hét										
23. h 143.	3*58	11*41	19*24	63.1	+3.3	19*29	23*44	3*18	☾	21*18
24. k 144.	3*57	11*41	19*25	63.2	+3.2	20*52	—	3*50	☾	
25. sz 145.	3*56	11*41	19*26	63.4	+3.1	22*06	0*45	4*35	☾	
26. cs 146.	3*55	11*41	19*27	63.6	+3.0	23*04	1*50	5*36	☾	
27. p 147.	3*55	11*41	19*28	63.8	+2.9	23*47	2*55	6*51	☾	
28. sz 148.	3*54	11*41	19*29	63.9	+2.8	—	3*57	8*15	☾	
29. v 149.	3*53	11*41	19*30	64.1	+2.7	0*18	4*54	9*41	☾	
22. hét										
30. h 150.	3*52	11*42	19*31	64.3	+2.6	0*42	5*46	11*03	☾	12*47
31. k 151.	3*52	11*42	19*32	64.4	+2.4	1*01	6*34	12*22	☾	

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## május

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 453 492	14 36 05	<b>A munka ünnepe;</b> Fülöp, Jakab, <i>Benedek, Berta, József</i>
2.	2 453 493	14 40 02	Zsigmond, <i>Ráhel</i>
3.	2 453 494	14 43 58	Tímea, Irma, <i>Antónia, Jakab, Sándor, Viola, Zsaklin</i>
4.	2 453 495	14 47 55	Mónika, Flórián, <i>Amália, Antónia, László</i>
5.	2 453 496	14 51 51	Györgyi, <i>Erna, Irén, Irina, Judit, Viola</i>
6.	2 453 497	14 55 48	Ivett, Frida, <i>Ditta, Friderika, Ida, János, Judit, Tamara</i>
7.	2 453 498	14 59 44	Gizella, <i>Dalma</i>
8.	2 453 499	15 03 41	Mihály, Géza, <i>Győző, Péter</i>
9.	2 453 500	15 07 38	Gergely, Édua, <i>Gergő, György, Karola, Kristóf, Sarolta</i>
10.	2 453 501	15 11 34	Ármin, Pálma, <i>Antónia, Armand, Míra</i>
11.	2 453 502	15 15 31	Ferenc, <i>Jakab</i>
12.	2 453 503	15 19 27	Pongrác, <i>Dalma, Gyöngyi, Johanna, Viktor</i>
13.	2 453 504	15 23 24	Szervác, Imola, <i>Fatima, Gellért, Glória, Róbert, Roberta</i>
14.	2 453 505	15 27 20	Bonifác, <i>Aglája, Gyöngyi, Julianna</i>
15.	2 453 506	15 31 17	<b>Pünkösd;</b> Zsófia, Szonja, Döníz, Izóra, János
16.	2 453 507	15 35 13	<b>Pünkösd;</b> Mózes, Botond, János, Simon
17.	2 453 508	15 39 10	Paszka, <i>Andor</i>
18.	2 453 509	15 43 07	Erik, Alexandra, <i>Erika, Kamilla, Klaudia, Szandra</i>
19.	2 453 510	15 47 03	Ivó, Milán
20.	2 453 511	15 51 00	Bernát, Felícia, <i>Hanna, Johanna</i>
21.	2 453 512	15 54 56	Konstantin, <i>András, Mirella</i>
22.	2 453 513	15 58 53	Júlia, Rita, <i>Emil, Julianna, Renáta</i>
23.	2 453 514	16 02 49	Dezső, <i>Renáta, Vilmos</i>
24.	2 453 515	16 06 46	Eszter, Eliza, <i>Mária, Simon, Szimonetta, Vince, Zsófia</i>
25.	2 453 516	16 10 42	Orbán, <i>Gergely, Gergő, György, Magdolna, Márk</i>
26.	2 453 517	16 14 39	Fülöp, Evelin, <i>Aladár, Gyöngyvér</i>
27.	2 453 518	16 18 36	Hella, <i>Ágoston, Gyula</i>
28.	2 453 519	16 22 32	Emil, Csanád, <i>Ágoston, Vilma, Vilmos</i>
29.	2 453 520	16 26 29	Magdolna, <i>Mária</i>
30.	2 453 521	16 30 25	Janka, Zsanett, <i>Dezső, Hanna, Johanna, Nándor</i>
31.	2 453 522	16 34 22	Angéla, Petronella, <i>Mária, Matild</i>



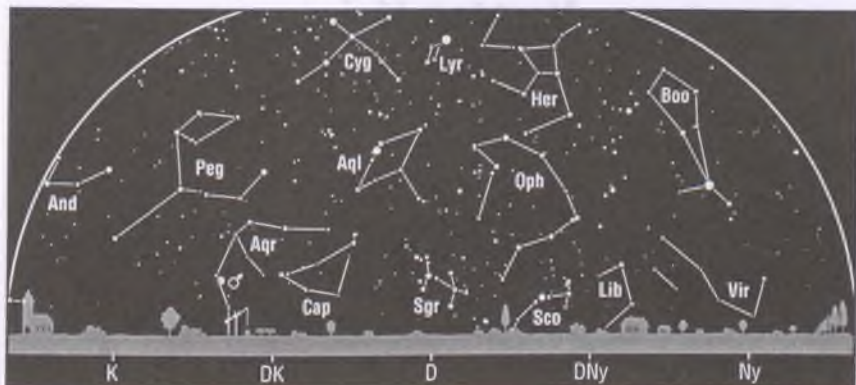
## Az esti égbolt

Hold 9-től 23-ig, Vénusz, Jupiter, Szaturnusz.

**Kettőscsillagok:**  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\vartheta$  Ser. **Nyílthalmazok:** M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). **Gömbthalmazok:** M3 (CVn), M5 (Ser), M13 (Her), M92 (Her). **Gáz-ködök:** M57 (Gyűrűs-köd, Lyr). **Galaxisok:** M81–82 (UMa), M106 (CVn), M49 (Vir), M87 (Vir), M104 (Sombbrero-galaxis, Vir), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

## Csillagászati események

1. 07<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
1. 16<sup>h</sup>\* A Neptunusz 4<sup>o</sup>6'-kal északra a Holdtól.
2. 16<sup>h</sup>\* A Mars 2<sup>o</sup>4'-kal északra a Holdtól.
3. 07<sup>h</sup>\* Az Uránusz 2<sup>o</sup>8'-kal északra a Holdtól.
5. 15<sup>h</sup>\* A Juno 0<sup>o</sup>1'-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
6. 11<sup>h</sup>\* A Merkúr 2<sup>o</sup>8'-kal délre a Holdtól.
8. 10<sup>h</sup>\* Újhold.
8. 19<sup>h</sup>\* A Ceres szembenállásban.
13. 14<sup>h</sup>\* A Szaturnusz 5<sup>o</sup>0'-kal délre a Holdtól.
14. 21<sup>h</sup>\* A Mars 1<sup>o</sup>1'-kal délre az Uránusztól.
16. 10<sup>h</sup>\* Első negyed.
18. 22<sup>h</sup>\* A Vénusz 5<sup>o</sup>7'-kal északra az Aldebarántól.
19. 23<sup>h</sup>\* A Jupiter 0<sup>o</sup>4'-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
23. 21<sup>h</sup>\* Telehold.
28. 22<sup>h</sup>\* A Neptunusz 4<sup>o</sup>5'-kal északra a Holdtól.
30. 13<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
30. 13<sup>h</sup>\* Az Uránusz 2<sup>o</sup>6'-kal északra a Holdtól.
31. 10<sup>h</sup>\* A Mars 0<sup>o</sup>4'-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).



## A hajnali égbolt

Hold 7-ig és 23-tól, Merkúr 27-ig, Mars, Jupiter kora hajnalig, Uránusz, Neptunusz. Éta Aquaridák meteorraj.

## A bolygók

**Merkúr:** Helyzete megfigyelésre kedvezőtlen. Mindössze fél órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** A hónap közepétől egyre jobban látható az esti szürkületben a nyugati látóhatár közelében. A hó elején fél órával, végén másfél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-3^m9$ ; fázisa 0.99-ről 0.96-ra csökken.

**Mars:** A hajnali égbolton látható a Vízöntő csillagképben. A hó elején két órával, a végén három órával kel a Nap előtt. Fényessége  $0^m5$ , átmérője  $7''.2$ , mindkettő növekszik.

**Jupiter:** Az éjszaka nagy részében megfigyelhető a Szűz csillagképben. A hajnali órákban nyugszik. Fényessége  $-2^m3$ , átmérője  $42''$ .

**Szturnusz:** Az esti órákban látható az Ikrek csillagképben. Késő este nyugszik. Fényessége  $0^m2$ , átmérője  $17''$ .

**Uránusz, Neptunusz:** Éjtél után kelnek. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben látható a hajnali égen.





$\lambda = 19^{\circ}$ ,  $\varphi = 47^{\circ}5$ 

## Naptár – június

KÖZEI\*

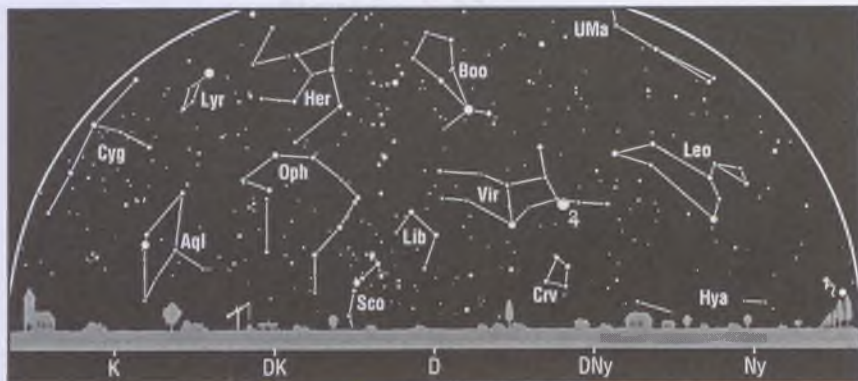
dátum	Nap					Hold					fázis
	kel, delel, nyugszik			$h_d$	$E_l$	kel, delel, nyugszik			h m		
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m			
22. hét											
1. sz 152.	3*51	11*42	19*33	64.5	+2.3	1*17	7*20	13*38	☉		
2. cs 153.	3*50	11*42	19*34	64.7	+2.1	1*33	8*05	14*52	☉		
3. p 154.	3*50	11*42	19*35	64.8	+1.9	1*50	8*50	16*07	☉		
4. sz 155.	3*49	11*42	19*36	64.9	+1.8	2*08	9*37	17*22	☉		
5. v 156.	3*49	11*42	19*37	65.0	+1.6	2*31	10*25	18*36	☉		
23. hét											
6. h 157.	3*48	11*43	19*37	65.1	+1.4	2*59	11*16	19*46	☉	22*55	
7. k 158.	3*48	11*43	19*38	65.2	+1.2	3*35	12*09	20*49	☉		
8. sz 159.	3*47	11*43	19*39	65.3	+1.1	4*21	13*02	21*41	☉		
9. cs 160.	3*47	11*43	19*40	65.4	+0.9	5*17	13*54	22*23	☉		
10. p 161.	3*47	11*43	19*40	65.5	+0.7	6*20	14*44	22*54	☉		
11. sz 162.	3*47	11*44	19*41	65.6	+0.5	7*28	15*31	23*19	☉		
12. v 163.	3*46	11*44	19*41	65.6	+0.3	8*36	16*15	23*38	☉		
24. hét											
13. h 164.	3*46	11*44	19*42	65.7	+0.0	9*44	16*57	23*55	☉		
14. k 165.	3*46	11*44	19*43	65.8	−0.2	10*52	17*38	—	☉		
15. sz 166.	3*46	11*44	19*43	65.8	−0.4	11*59	18*18	0*10	☉	2*22	
16. cs 167.	3*46	11*45	19*43	65.8	−0.6	13*09	19*00	0*24	☉		
17. p 168.	3*46	11*45	19*44	65.9	−0.8	14*21	19*45	0*39	☉		
18. sz 169.	3*46	11*45	19*44	65.9	−1.0	15*38	20*33	0*56	☉		
19. v 170.	3*46	11*45	19*44	65.9	−1.2	17*00	21*27	1*17	☉		
25. hét											
20. h 171.	3*46	11*46	19*45	65.9	−1.5	18*24	22*26	1*44	☉		
21. k 172.	3*47	11*46	19*45	65.9	−1.7	19*43	23*31	2*23	☉		
22. sz 173.	3*47	11*46	19*45	65.9	−1.9	20*51	—	3*17	☉	5*14	
23. cs 174.	3*47	11*46	19*45	65.9	−2.1	21*42	0*38	4*28	☉		
24. p 175.	3*47	11*46	19*45	65.9	−2.3	22*18	1*43	5*52	☉		
25. sz 176.	3*48	11*47	19*45	65.9	−2.5	22*45	2*44	7*21	☉		
26. v 177.	3*48	11*47	19*45	65.9	−2.7	23*06	3*40	8*47	☉		
26. hét											
27. h 178.	3*49	11*47	19*45	65.8	−2.9	23*23	4*31	10*09	☉		
28. k 179.	3*49	11*47	19*45	65.8	−3.1	23*40	5*18	11*27	☉	19*23	
29. sz 180.	3*50	11*47	19*45	65.7	−3.4	23*56	6*04	12*43	☉		
30. cs 181.	3*50	11*48	19*45	65.7	−3.6	—	6*49	13*58	☉		

\*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!



## június

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{\text{gr}}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 453 523	16 38 18	Tünde, <i>Angéla, Hortenzia</i>
2.	2 453 524	16 42 15	Kármén, Anita, <i>Ábel, Csilla, Irma, Jenő, Kornél, Péter</i>
3.	2 453 525	16 46 11	Klotild, <i>Cecília, Kevin</i>
4.	2 453 526	16 50 08	Bulcsú, <i>Fatima, Fatime, Ferenc</i>
5.	2 453 527	16 54 05	Fatime, <i>Fatima, Nándor, Valéria</i>
6.	2 453 528	16 58 01	Norbert, Cintia, <i>Artemisz, Felícia, Klaudia, Kolos</i>
7.	2 453 529	17 01 58	Róbert
8.	2 453 530	17 05 54	Medárd, <i>Ágnes, Helga, Izabella, Vilmos</i>
9.	2 453 531	17 09 51	Félix, <i>Annamária, Diána, Előd</i>
10.	2 453 532	17 13 47	Margit, Gréta, <i>Diána, Gitta</i>
11.	2 453 533	17 17 44	Barnabás, <i>Etelka, Roxána</i>
12.	2 453 534	17 21 40	Villő, <i>Etelka, János</i>
13.	2 453 535	17 25 37	Antal, Anett
14.	2 453 536	17 29 34	Vazul
15.	2 453 537	17 33 30	Jolán, Vid, <i>Ábrahám, Bernát, Izolda, Viola, Violetta</i>
16.	2 453 538	17 37 27	Jusztin, <i>Ferenc, Jusztina, Péter</i>
17.	2 453 539	17 41 23	Laura, Alida, <i>Alinka, Terézia</i>
18.	2 453 540	17 45 20	Arnold, Levente, <i>Dolóresz, Márk</i>
19.	2 453 541	17 49 16	Gyárfás, <i>Hajnalka, Julianna, Liána, Mihály, Rómeó</i>
20.	2 453 542	17 53 13	Rafael, <i>Benigna, Koppány, Margit</i>
21.	2 453 543	17 57 09	Alajos, Leila, <i>Lejla, Lujza, Olga</i>
22.	2 453 544	18 01 06	Paulina, <i>Ákos, Kriszta, Krisztina, Tamás</i>
23.	2 453 545	18 05 03	Zoltán, <i>Édua</i>
24.	2 453 546	18 08 59	Iván, <i>Beáta, János, Levente</i>
25.	2 453 547	18 12 56	Vilmos, <i>Vilma, Viola, Violetta</i>
26.	2 453 548	18 16 52	János, Pál, <i>Dávid, Örs</i>
27.	2 453 549	18 20 49	László, <i>Olga</i>
28.	2 453 550	18 24 45	Levente, Irén, <i>Gyula, Irina, Laura, Marcella, Tivadar</i>
29.	2 453 551	18 28 42	Péter, Pál, <i>Aladár, Aliz, Beáta, Ditta, Emma, Petra</i>
30.	2 453 552	18 32 38	Pál, <i>Ditta, Judit</i>



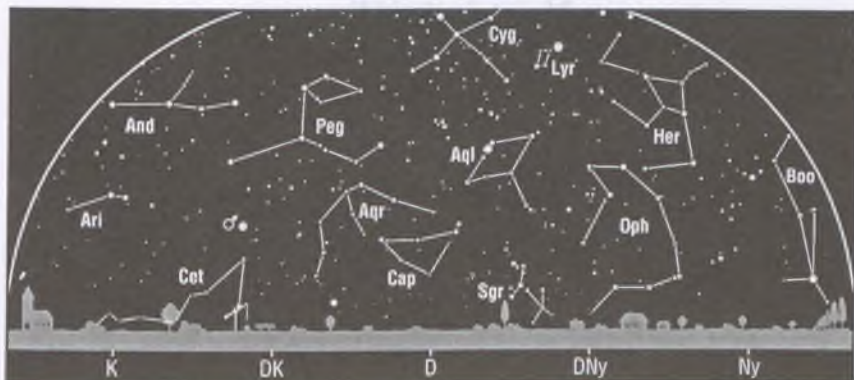
## Az esti égbolt

Hold 7-től 22-ig, Merkúr 11-től, Vénusz, Jupiter, Szaturnusz kora este.

*Kettőscsillagok:*  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\theta$  Ser,  $\beta$  Cyg. *Nyílthalmazok:* M11 (Sct). *Gömbthalmazok:* M3 (CVn), M5 (Ser), M13 (Her), M92 (Her). *Gázködök:* M16 (Ser), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr). *Galaxisok:* M81–82 (UMa), M106 (CVn), M49 (Vir), M87 (Vir), M104 (Sombbrero-galaxis, Vir), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

## Csillagászati események

- 3. 10<sup>h</sup>\* A Merkúr felső együttállásban.
- 6. 23<sup>h</sup>\* Újhold.
- 8. 13<sup>h</sup>\* A Vénusz 3<sup>o</sup>8'-kal délre a Holdtól.
- 10. 03<sup>h</sup>\* A Szaturnusz 4<sup>o</sup>8'-kal délre a Holdtól.
- 14. 04<sup>h</sup>\* A Plútó szembenállásban.
- 15. 02<sup>h</sup>\* Első negyed.
- 16. 08<sup>h</sup>\* A Jupiter 0<sup>o</sup>4'-kal északra a Holdtól, fedés (házánkból nem látható).
- 21. 07<sup>h</sup>\* 46<sup>m</sup> Napforduló.
- 22. 05<sup>h</sup>\* Telehold.
- 24. 09<sup>h</sup>\* A Merkúr 4<sup>o</sup>9'-kal délre a Polluxtól.
- 25. 05<sup>h</sup>\* A Neptunusz 4<sup>o</sup>3'-kal északra a Holdtól.
- 25. 22<sup>h</sup>\* A Vénusz 1<sup>o</sup>3'-kal északra a Szaturnusztól.
- 26. 07<sup>h</sup>\* A Merkúr 1<sup>o</sup>4'-kal északra a Szaturnusztól.
- 26. 20<sup>h</sup>\* Az Uránusz 2<sup>o</sup>4'-kal északra a Holdtól.
- 27. 22<sup>h</sup>\* A Merkúr 0<sup>o</sup>1'-kal délre a Vénusztól.
- 28. 19<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
- 29. 05<sup>h</sup>\* A Mars 1<sup>o</sup>8'-kal délre a Holdtól.



## A hajnali égbolt

Hold 5-ig és 22-től, Mars, Uránusz, Neptunusz.

## A bolygók

**Merkúr:** 3-án felső együttállásban van a Nappal. Utána láthatósága gyorsan javul. Az esti szürkületben kereshető meg a nyugati látóhatár fölött. A hó végén másfél órával nyugszik a Nap után.

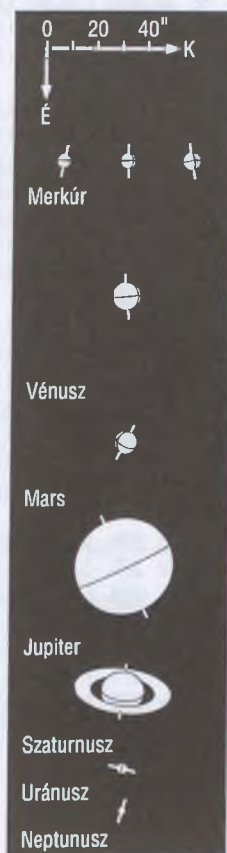
**Vénusz:** Az esti szürkületben a nyugati égbolt feltűnő égitestje. Másfél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-3^m9$ ; fázisa 0.96-ról 0.91-re csökken.

**Mars:** Éjfél körül kel, és az éjszaka második felében látható a Vízöntő, a Halak, majd a Cet csillagképben. Fényessége  $0^m1$ , átmérője  $8''.5$ , mindkettő növekszik.

**Jupiter:** Az éjszaka első felében figyelhető meg a Szűz csillagképben. Éjfél után nyugszik. Fényessége  $-2^m2$ , átmérője  $39''$ .

**Szaturnusz:** Napnyugta után még megkereshető a nyugati látóhatár közelében, láthatósága gyorsan romlik. A hó elején még három órával, a végén már csak egy órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $0^m2$ , átmérője  $17''$ .

**Uránusz, Neptunusz:** Késő éjjel kelnek, és az éjszaka második felében figyelhetők meg. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben látható.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5$ 

## Naptár – július

KÖZEI\*

dátum	Nap					Hold				fázis h m
	kel	delel	nyugszik	$h_d$	$E_t$	kel	delel	nyugszik		
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m		
26. hét										
1. p 182.	3*51	11*48	19*45	65.6	-3.8	0*14	7*35	15*12	●	
2. sz 183.	3*51	11*48	19*44	65.5	-3.9	0*35	8*22	16*26	●	
3. v 184.	3*52	11*48	19*44	65.5	-4.1	1*01	9*12	17*37	●	
27. hét										
4. h 185.	3*53	11*48	19*44	65.4	-4.3	1*34	10*04	18*41	●	
5. k 186.	3*53	11*49	19*43	65.3	-4.5	2*17	10*56	19*37	●	
6. sz 187.	3*54	11*49	19*43	65.2	-4.7	3*09	11*49	20*22	●	13*02
7. cs 188.	3*55	11*49	19*43	65.1	-4.8	4*11	12*39	20*56	●	
8. p 189.	3*56	11*49	19*42	65.0	-5.0	5*17	13*27	21*22	●	
9. sz 190.	3*57	11*49	19*41	64.9	-5.1	6*25	14*12	21*43	●	
10. v 191.	3*57	11*49	19*41	64.8	-5.3	7*33	14*54	22*00	●	
28. hét										
11. h 192.	3*58	11*50	19*40	64.6	-5.4	8*41	15*35	22*15	●	
12. k 193.	3*59	11*50	19*40	64.5	-5.6	9*47	16*15	22*30	●	
13. sz 194.	4*00	11*50	19*39	64.3	-5.7	10*55	16*56	22*44	●	
14. cs 195.	4*01	11*50	19*38	64.2	-5.8	12*04	17*38	22*59	●	16*20
15. p 196.	4*02	11*50	19*37	64.0	-5.9	13*17	18*23	23*18	●	
16. sz 197.	4*03	11*50	19*36	63.9	-6.0	14*34	19*13	23*41	●	
17. v 198.	4*04	11*50	19*36	63.7	-6.1	15*56	20*08	—	○	
29. hét										
18. h 199.	4*05	11*50	19*35	63.5	-6.2	17*17	21*09	0*13	○	
19. k 200.	4*06	11*50	19*34	63.4	-6.3	18*30	22*15	0*58	○	
20. sz 201.	4*07	11*50	19*33	63.2	-6.3	19*29	23*22	2*01	○	
21. cs 202.	4*08	11*50	19*32	63.0	-6.4	20*13	—	3*20	○	12*00
22. p 203.	4*10	11*50	19*31	62.8	-6.4	20*44	0*26	4*49	○	
23. sz 204.	4*11	11*50	19*29	62.6	-6.4	21*08	1*26	6*20	○	
24. v 205.	4*12	11*50	19*28	62.4	-6.5	21*27	2*21	7*47	○	
30. hét										
25. h 206.	4*13	11*50	19*27	62.2	-6.5	21*45	3*11	9*10	○	
26. k 207.	4*14	11*50	19*26	61.9	-6.5	22*01	3*59	10*29	○	
27. sz 208.	4*15	11*50	19*25	61.7	-6.5	22*19	4*45	11*46	○	
28. cs 209.	4*17	11*50	19*23	61.5	-6.5	22*39	5*32	13*02	●	4*19
29. p 210.	4*18	11*50	19*22	61.3	-6.5	23*03	6*20	14*17	●	
30. sz 211.	4*19	11*50	19*21	61.0	-6.4	23*34	7*09	15*29	●	
31. v 212.	4*20	11*50	19*19	60.8	-6.4	—	8*00	16*36	●	

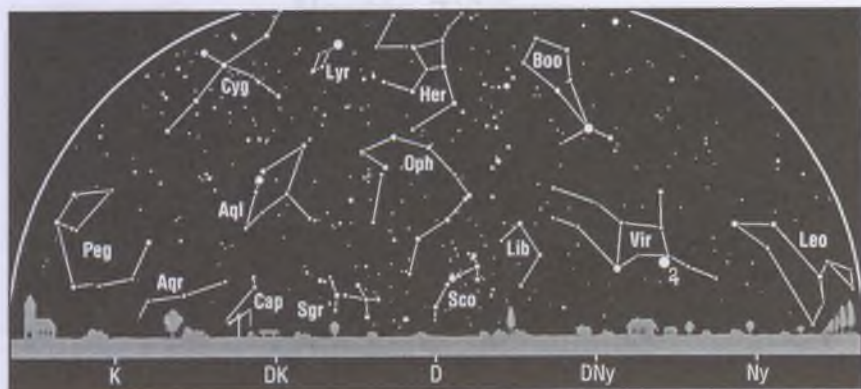
\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!



## július

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{\text{gr}}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 453 553	18 36 35	Tihamér, Annamária, Áron, Előd, Gyula, Olivér
2.	2 453 554	18 40 32	Ottó, Jenő, Mária
3.	2 453 555	18 44 28	Kornél, Soma, Bernát, Napsugár, Tamás
4.	2 453 556	18 48 25	Ulrik, Berta, Betti, Illés, Izabella, Rajmund, Ramón
5.	2 453 557	18 52 21	Emese, Sarolta, Antal, Vilmos
6.	2 453 558	18 56 18	Csaba, Dominika, Mária, Tamás
7.	2 453 559	19 00 14	Apollónia, Apolka, Donát
8.	2 453 560	19 04 11	Ellák, Eszter, Izabella, Jenő, Liza, Terézia, Zsóka
9.	2 453 561	19 08 07	Lukrécia, Koppány, Margit, Vera, Veronika
10.	2 453 562	19 12 04	Amália, Alma
11.	2 453 563	19 16 01	Nóra, Lili, Eleonóra, Helga, Lilla, Nelli, Olga, Olivér
12.	2 453 564	19 19 57	Izabella, Dalma, Eleonóra, Ernő, János, Leonóra, Nóra
13.	2 453 565	19 23 54	Jenő, Ernő, Henrietta, Henrik, Jakab, Sára, Sarolta
14.	2 453 566	19 27 50	Örs, Stella, Eszterella, Ferenc, Zalán
15.	2 453 567	19 31 47	Henrik, Roland, Leonóra, Loránd, Lóránt, Stella
16.	2 453 568	19 35 43	Valter, Aténé, Kármén, Mária
17.	2 453 569	19 39 40	Endre, Elek, Magda, Magdolna, Róbert, Szabolcs
18.	2 453 570	19 43 36	Frigyes, Arnold, Hedvig, Kamilla, Milán
19.	2 453 571	19 47 33	Emília, Alfréd, Ambrus, Aranka, Aurélia, Stella, Vince
20.	2 453 572	19 51 30	Illés, Margaréta, Margit, Marina
21.	2 453 573	19 55 26	Dániel, Daniella, Angéla, Angelina, Júlia, Lőrinc
22.	2 453 574	19 59 23	Magdolna, Léna, Lenke, Magda, Magdaléna, Mária
23.	2 453 575	20 03 19	Lenke, Brigitta
24.	2 453 576	20 07 16	Kinga, Kincső, Bernát, Csenge, Kriszta, Krisztina, Lujza
25.	2 453 577	20 11 12	Kristóf, Jakab, Krisztofer, Valentin, Valentina, Zsaklin
26.	2 453 578	20 15 09	Anna, Anikó, Anett, Anilla, Anita, Panna
27.	2 453 579	20 19 05	Olga, Liliána, György, Kamilla, Krisztián, Natália
28.	2 453 580	20 23 02	Szabolcs, Botond, Győző, Szeréna, Viktor
29.	2 453 581	20 26 59	Márta, Flóra, Bea, Beatrix, Virág
30.	2 453 582	20 30 55	Judit, Xénia, Julietta
31.	2 453 583	20 34 52	Oszkár, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Ignác, Ilona, Léna





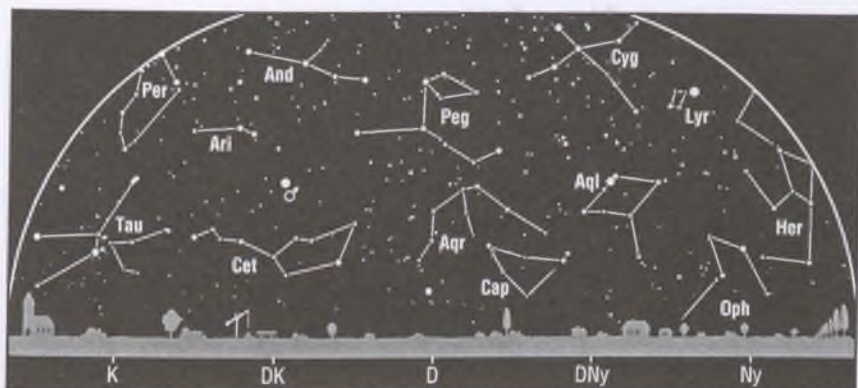
## Az esti égbolt

Hold 7-től 21-ig, Merkúr, Vénusz, Jupiter, Uránusz és Neptunusz késő este.

*Kettőscsillagok:*  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\vartheta$  Ser,  $\beta$  Cyg,  $\gamma$  Del. *Nyílthalmazok:* M11 (Sct). *Gömbthalmazok:* M3 (CVn), M5 (Ser), M13 (Her), M92 (Her), M22 (Sgr). *Gázködök:* M16 (Ser), M17 (Omega-köd, Sgr), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). *Galaxisok:* M81–82 (UMa), M106 (CVn), M49 (Vir), M87 (Vir), M104 (Sombbrero-galaxis, Vir), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

## Csillagászati események

5. 06<sup>h</sup> A Föld naptávolban.
6. 13<sup>h</sup> Újhold.
7. 09<sup>h</sup> A Merkúr 1<sup>o</sup>6-kal délre a Vénusztól.
8. 19<sup>h</sup> A Merkúr 4<sup>o</sup>8-kal délre a Holdtól.
8. 20<sup>h</sup> A Vénusz 2<sup>o</sup>9-kal délre a Holdtól.
9. 04<sup>h</sup> A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (26").
13. 19<sup>h</sup> A Jupiter 0<sup>o</sup>6-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
14. 16<sup>h</sup> Első negyed.
21. 12<sup>h</sup> Telehold.
22. 14<sup>h</sup> A Neptunusz 4<sup>o</sup>2-kal északra a Holdtól.
22. 16<sup>h</sup> A Vénusz 1<sup>o</sup>1-kal északra a Regulustól.
23. 18<sup>h</sup> A Szaturnusz együttállásban a Nappal.
24. 04<sup>h</sup> Az Uránusz 2<sup>o</sup>3-kal északra a Holdtól.
27. 21<sup>h</sup> A Mars 3<sup>o</sup>9-kal délre a Holdtól.
28. 04<sup>h</sup> Utolsó negyed.



## A hajnali égbolt

Hold 5-ig és 21-től, Mars, Uránusz, Neptunusz.

## A bolygók

**Merkúr:** Az esti szürkületben kereshető meg a nyugati látóhatár fölött. 9-én van legnagyobb keleti kitérésben,  $26''$ -ra a Naptól. A hó elején másfél órával, a közepén már csak háromnegyed órával nyugszik a Nap után. A hónap második felében láthatósága romlik.

**Vénusz:** Az esti szürkületben a nyugati égbolt feltűnő égitestje. Másfél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-3^m.9$ ; fázisa 0.91-ről 0.84-ra csökken.

**Mars:** Éjfél előtt kel, és az éjszaka második felében látható a Halak csillagképben. A hónap közepén fényessége  $-0^m.2$ , átmérője  $10''$ -l, mindkettő növekszik.

**Jupiter:** Napnyugta után még megkereshető a Szűz csillagképben. A hó elején négy órával, a végén már csak két és fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-2^m.0$ , átmérője  $36''$ .

**Szaturnusz:** A hónap első napjaiban még megkereshető az esti szürkületben. Ekkor egy órával nyugszik a Nap után. 23-án kerül együttállásba a Nappal.

**Uránusz, Neptunusz:** Késő este kelnek, és az éjszaka nagy részében megfigyelhetők. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben jár.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47.5^\circ$ 

## Naptár – augusztus

KÖZEI\*

dátum	Nap				$h_d$ °	$E_t$ m	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik	h m			kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m				h m	h m	h m	
31. hét										
1. h 213.	4*22	11*50	19*18	60.5	−6.3		0*14	8*53	17*34	●
2. k 214.	4*23	11*50	19*17	60.3	−6.3		1*04	9*45	18*22	●
3. sz 215.	4*24	11*50	19*15	60.0	−6.2		2*03	10*36	18*59	●
4. cs 216.	4*25	11*50	19*14	59.8	−6.1		3*08	11*24	19*27	●
5. p 217.	4*27	11*50	19*12	59.5	−6.0		4*16	12*10	19*49	● 4*05
6. sz 218.	4*28	11*50	19*11	59.2	−5.9		5*24	12*53	20*07	●
7. v 219.	4*29	11*50	19*09	58.9	−5.8		6*32	13*35	20*22	●
32. hét										
8. h 220.	4*31	11*50	19*08	58.7	−5.7		7*39	14*15	20*37	●
9. k 221.	4*32	11*49	19*06	58.4	−5.5		8*46	14*54	20*50	●
10. sz 222.	4*33	11*49	19*04	58.1	−5.4		9*54	15*35	21*05	●
11. cs 223.	4*35	11*49	19*03	57.8	−5.2		11*04	16*18	21*21	●
12. p 224.	4*36	11*49	19*01	57.5	−5.1		12*18	17*05	21*42	●
13. sz 225.	4*37	11*49	19*00	57.2	−4.9		13*35	17*56	22*09	● 3*38
14. v 226.	4*39	11*49	18*58	56.9	−4.7		14*55	18*53	22*46	●
33. hét										
15. h 227.	4*40	11*48	18*56	56.6	−4.5		16*10	19*55	23*39	○
16. k 228.	4*41	11*48	18*54	56.3	−4.3		17*14	21*00	—	○
17. sz 229.	4*43	11*48	18*53	55.9	−4.1		18*04	22*05	0*49	○
18. cs 230.	4*44	11*48	18*51	55.6	−3.9		18*41	23*07	2*14	○
19. p 231.	4*45	11*48	18*49	55.3	−3.7		19*08	—	3*44	○ 18*53
20. sz 232.	4*47	11*47	18*47	55.0	−3.4		19*29	0*05	5*14	○
21. v 233.	4*48	11*47	18*45	54.7	−3.2		19*48	0*58	6*41	○
34. hét										
22. h 234.	4*49	11*47	18*44	54.3	−3.0		20*05	1*48	8*05	○
23. k 235.	4*51	11*47	18*42	54.0	−2.7		20*22	2*37	9*25	○
24. sz 236.	4*52	11*46	18*40	53.6	−2.4		20*42	3*25	10*44	○
25. cs 237.	4*53	11*46	18*38	53.3	−2.2		21*05	4*13	12*02	○
26. p 238.	4*55	11*46	18*36	52.9	−1.9		21*34	5*04	13*18	○ 16*18
27. sz 239.	4*56	11*45	18*34	52.6	−1.6		22*11	5*55	14*28	○
28. v 240.	4*57	11*45	18*32	52.3	−1.3		22*58	6*48	15*30	○
35. hét										
29. h 241.	4*59	11*45	18*30	51.9	−1.0		23*54	7*40	16*21	○
30. k 242.	5*00	11*45	18*28	51.5	−0.7		—	8*32	17*01	○
31. sz 243.	5*01	11*44	18*26	51.2	−0.4		0*58	9*21	17*32	○

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## augusztus

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 453 584	20 38 48	Boglárka, <i>Gusztáv, Pálma, Péter, Zsófia</i>
2.	2 453 585	20 42 45	Lehel, <i>Gusztáv, Mária</i>
3.	2 453 586	20 46 41	Hermína, <i>István, Lídia, Terézia</i>
4.	2 453 587	20 50 38	Domonkos, Dominika
5.	2 453 588	20 54 34	Krisztina, <i>Ábel, Afrodité, Kriszta, Mária</i>
6.	2 453 589	20 58 31	Berta, Bettina, <i>Géza</i>
7.	2 453 590	21 02 27	Ibolya, <i>Afrodité, Albert, Arabella, Donát</i>
8.	2 453 591	21 06 24	László, <i>Dominik, Domonkos, Gusztáv</i>
9.	2 453 592	21 10 21	Emőd, <i>János, Roland</i>
10.	2 453 593	21 14 17	Lőrinc, <i>Bianka, Blanka, Csilla, Loránd, Lóránt, Roland</i>
11.	2 453 594	21 18 14	Zsuzsanna, Tiborc, <i>Klára, Lilian, Liliána, Lujza</i>
12.	2 453 595	21 22 10	Klára, <i>Hilda, Letícia</i>
13.	2 453 596	21 26 07	Ipoly, <i>Gerda, Gertrúd, Helén, Heléna, Ibolya, János</i>
14.	2 453 597	21 30 03	Marcell, <i>Menyhért</i>
15.	2 453 598	21 34 00	Mária, <i>Alfréd</i>
16.	2 453 599	21 37 56	Ábrahám, <i>István, Szeréna</i>
17.	2 453 600	21 41 53	Jácint
18.	2 453 601	21 45 50	Ilona, <i>Elena, Eleni, Helén, Heléna, Lenke</i>
19.	2 453 602	21 49 46	Huba, <i>Bernát, János, Lajos</i>
20.	2 453 603	21 53 43	<b>Szent István ünnepe;</b> <i>István, Bernát, Stefánia, Vajk</i>
21.	2 453 604	21 57 39	Sámuel, Hajna, <i>Erik, Erika, Franciska, Johanna</i>
22.	2 453 605	22 01 36	Menyhért, Mirjam, <i>Boglár, Boglárka, János, Mária</i>
23.	2 453 606	22 05 32	Bence, Róza, <i>Rózsa, Szidónia</i>
24.	2 453 607	22 09 29	Bertalan, <i>Albert, Aliz</i>
25.	2 453 608	22 13 25	Lajos, <i>Patricia, Elemér, József, Tamás</i>
26.	2 453 609	22 17 22	Izsó, <i>Margit, Natália, Natasa, Rita</i>
27.	2 453 610	22 21 19	Gáspár, <i>József, Mónika</i>
28.	2 453 611	22 25 15	Ágoston, <i>Alfréd, Elemér, László</i>
29.	2 453 612	22 29 12	Beatrix, Erna, <i>Ernesztina, János, Kamilla, Szabina</i>
30.	2 453 613	22 33 08	Róza, <i>Letícia, Rózsa</i>
31.	2 453 614	22 37 05	Erika, Bella, <i>Aida, Hanga, Izabella, Rajmund, Ramóna</i>





## Az esti égbolt

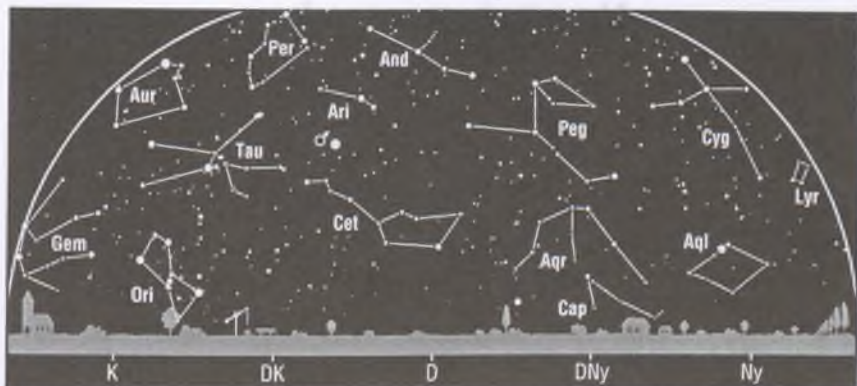
Hold 6-tól 19-ig, Vénusz, Mars késő este, Jupiter kora este, Uránusz, Neptunusz. Perseidák meteorraj.

*Kéteőscsillagok:*  $\gamma$  And,  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\vartheta$  Ser,  $\beta$  Cyg,  $\gamma$  Del. *Nyílt-halmazok:* M11 (Sct). *Gömbhalmazok:* M3 (CVn), M5 (Ser), M13 (Her), M92 (Her), M22 (Sgr), M15 (Peg), M2 (Aqr). *Gázködök:* M16 (Ser), M17 (Omega-köd, Sgr), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M81–82 (UMa), M101 (UMa).

## Csillagászati események

- 5. 04<sup>h</sup>\* Újhold.
- 6. 01<sup>h</sup>\* A Merkúr alsó együttállásban.
- 8. 05<sup>h</sup>\* A Vénusz 1<sup>h</sup>2-kal délre a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
- 8. 17<sup>h</sup>\* A Neptunusz szembenállásban.
- 10. 09<sup>h</sup>\* A Jupiter 1<sup>h</sup>1-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
- 13. 04<sup>h</sup>\* Első negyed.
- 19. 00<sup>h</sup>\* A Neptunusz 4<sup>h</sup>2-kal északra a Holdtól.
- 19. 19<sup>h</sup>\* Telehold.
- 20. 13<sup>h</sup>\* Az Uránusz 2<sup>h</sup>2-kal északra a Holdtól.
- 24. 00<sup>h</sup>\* A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (18<sup>o</sup>).
- 25. 08<sup>h</sup>\* A Mars 5<sup>h</sup>3-kal délre a Holdtól.
- 26. 16<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
- 31. 18<sup>h</sup>\* A Szaturnusz 4<sup>h</sup>4-kal délre a Holdtól.





## A hajnali égbolt

Hold 4-ig és 19-től, Merkúr 13-tól, Mars, Szaturnusz a hó közepétől, Uránusz.

## A bolygók

**Merkúr:** 6-án alsó együttállásban van a Nappal. Utána láthatósága gyorsan javul. 24-én van legnagyobb nyugati kitérésben,  $18^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor másfél órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** Az esti szürkületben a nyugati égbolt feltűnő égitestje. Egy és negyed órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-4^m0$ ; fázisa 0.84-ról 0.75-ra csökken.

**Mars:** A késő esti órákban kel, és az éjszaka nagy részében látható a Halak, a Cet, majd a hónap nagy részében a Kos csillagképben. A hónap közepén fényessége  $-0^m7$ , átmérője  $12''.3$ , mindkettő növekszik.

**Jupiter:** Napnyugta után látható a nyugati látóhatár közelében. A hó elején még két és fél órával, a végén másfél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-1^m8$ , átmérője  $33''$ .

**Szaturnusz:** A hónap közepétől a hajnali égbolton figyelhető meg a Rák csillagképben. Láthatósága gyorsan javul, a hónap elején fél órával, a végén már három órával kel a Nap előtt. Fényessége  $0^m3$ , átmérője  $17''$ .

**Uránusz, Neptunusz:** Egész éjszaka megfigyelhetők. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben jár. A Neptunusz 8-án kerül szembenállásba a Nappal.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5'$ 

## Naptár – szeptember

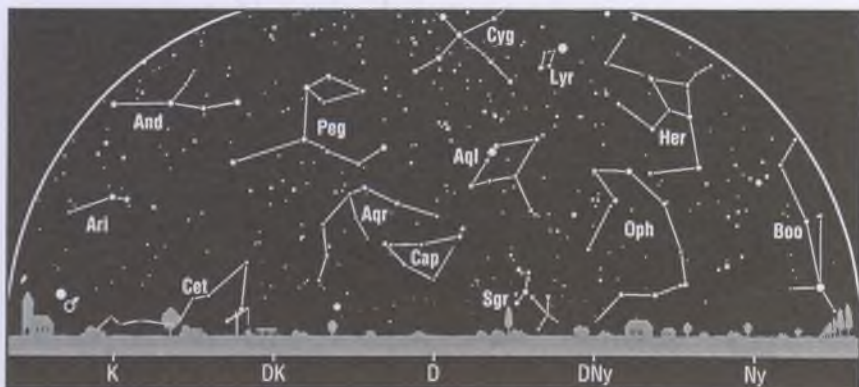
KÖZEI\*

dátum	Nap			$h_d$ °	$E_t$ m	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik			kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m			h m	h m	h m	
35. hét									
1. cs 244.	5*03	11*44	18*24	50.8	-0.1	2*06	10*08	17*55	●
2. p 245.	5*04	11*44	18*22	50.5	+0.2	3*15	10*52	18*14	●
3. sz 246.	5*05	11*43	18*20	50.1	+0.5	4*23	11*34	18*30	● 19*45
4. v 247.	5*07	11*43	18*19	49.7	+0.9	5*30	12*14	18*44	●
36. hét									
5. h 248.	5*08	11*43	18*17	49.3	+1.2	6*38	12*54	18*58	●
6. k 249.	5*09	11*42	18*15	49.0	+1.5	7*45	13*35	19*12	●
7. sz 250.	5*11	11*42	18*13	48.6	+1.9	8*55	14*17	19*28	●
8. cs 251.	5*12	11*42	18*10	48.2	+2.2	10*08	15*02	19*47	●
9. p 252.	5*13	11*41	18*08	47.8	+2.6	11*23	15*51	20*11	●
10. sz 253.	5*15	11*41	18*06	47.5	+2.9	12*41	16*45	20*43	●
11. v 254.	5*16	11*41	18*04	47.1	+3.3	13*56	17*44	21*28	● 12*37
37. hét									
12. h 255.	5*17	11*40	18*02	46.7	+3.6	15*03	18*45	22*29	○
13. k 256.	5*19	11*40	18*00	46.3	+4.0	15*57	19*48	23*46	○
14. sz 257.	5*20	11*40	17*58	46.0	+4.3	16*37	20*50	—	○
15. cs 258.	5*21	11*39	17*56	45.6	+4.7	17*07	21*48	1*12	○
16. p 259.	5*23	11*39	17*54	45.2	+5.0	17*31	22*42	2*41	○
17. sz 260.	5*24	11*38	17*52	44.8	+5.4	17*50	23*34	4*08	○
18. v 261.	5*25	11*38	17*50	44.4	+5.7	18*08	—	5*33	○ 3*01
38. hét									
19. h 262.	5*27	11*38	17*48	44.0	+6.1	18*25	0*24	6*56	○
20. k 263.	5*28	11*37	17*46	43.6	+6.5	18*44	1*13	8*18	○
21. sz 264.	5*29	11*37	17*44	43.3	+6.8	19*05	2*02	9*39	○
22. cs 265.	5*31	11*37	17*42	42.9	+7.2	19*32	2*53	10*58	○
23. p 266.	5*32	11*36	17*40	42.5	+7.5	20*06	3*46	12*13	○
24. sz 267.	5*33	11*36	17*38	42.1	+7.9	20*50	4*39	13*20	○
25. v 268.	5*35	11*36	17*36	41.7	+8.2	21*44	5*33	14*17	○ 7*41
39. hét									
26. h 269.	5*36	11*35	17*34	41.3	+8.6	22*46	6*26	15*01	○
27. k 270.	5*37	11*35	17*32	40.9	+8.9	23*53	7*16	15*35	○
28. sz 271.	5*39	11*35	17*30	40.5	+9.2	—	8*04	16*00	○
29. cs 272.	5*40	11*34	17*28	40.1	+9.6	1*02	8*49	16*21	○
30. p 273.	5*41	11*34	17*26	39.8	+9.9	2*11	9*32	16*37	●

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## szeptember

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 453 615	22 41 01	Egyed, Egon, <i>Ignác, Izabella, Noémi, Tamara</i>
2.	2 453 616	22 44 58	Rebeka, Dorina, <i>Ella, Ingrid, István, Margit, Teodóra</i>
3.	2 453 617	22 48 54	Hilda, <i>Gergely, Gergő</i>
4.	2 453 618	22 52 51	Rozália, <i>Ida, Róza, Rózsa</i>
5.	2 453 619	22 56 48	Viktor, Lőrinc, <i>Albert</i>
6.	2 453 620	23 00 44	Zakariás, <i>Bea, Beáta, Csanád, Ida</i>
7.	2 453 621	23 04 41	Regina, <i>Dusán, István, Menyhért</i>
8.	2 453 622	23 08 37	Mária, Adrienn, <i>Adorján, Adrián, Adriána, Irma</i>
9.	2 453 623	23 12 34	Ádám, <i>Péter</i>
10.	2 453 624	23 16 30	Nikolett, Hunor, <i>Erik, Miklós, Nikola, Noémi, Zalán</i>
11.	2 453 625	23 20 27	Teodóra, <i>Emil, Helga, Jácint, Milán</i>
12.	2 453 626	23 24 23	Mária, <i>Ibolya, Irma</i>
13.	2 453 627	23 28 20	Kornél, <i>János, Lujza</i>
14.	2 453 628	23 32 17	Szeréna, <i>Roxána</i>
15.	2 453 629	23 36 13	Enikő, Melitta, <i>Katalin, Loránd, Lóránt, Mária, Roland</i>
16.	2 453 630	23 40 10	Edit, <i>Ditta, Kornél, Kornélia, Lúcia, Soma</i>
17.	2 453 631	23 44 06	Zsófia, <i>Ildikó, Róbert</i>
18.	2 453 632	23 48 03	Diána, <i>József, Richárd</i>
19.	2 453 633	23 51 59	Vilhelmina, <i>Emília, Mária, Szabolcs, Tivadar, Vilma</i>
20.	2 453 634	23 55 56	Friderika, <i>Frida, Zsuzsa, Zsuzsanna</i>
21.	2 453 635	23 59 52	Máté, <i>Ildikó, Míra, Mirella</i>
22.	2 453 636	0 03 49	Móric, <i>Írisz, Ottó, Tamás</i>
23.	2 453 637	0 07 46	Tekla, <i>Ildikó, Ilona</i>
24.	2 453 638	0 11 42	Gellért, <i>Mercédesz, Gerda, Mária</i>
25.	2 453 639	0 15 39	Eufrozina, Kende, <i>Miklós, Nikolett, Nikoletta</i>
26.	2 453 640	0 19 35	Jusztina, <i>Dániel</i>
27.	2 453 641	0 23 32	Adalbert, <i>Albert, Károly, Vince</i>
28.	2 453 642	0 27 28	Vencel, <i>Bernát, Jusztina</i>
29.	2 453 643	0 31 25	Mihály, <i>Gábor, Gabriella, Rafael</i>
30.	2 453 644	0 35 21	Jeromos, <i>Felícia, Hunor, Őrs, Viktor, Zsófia</i>



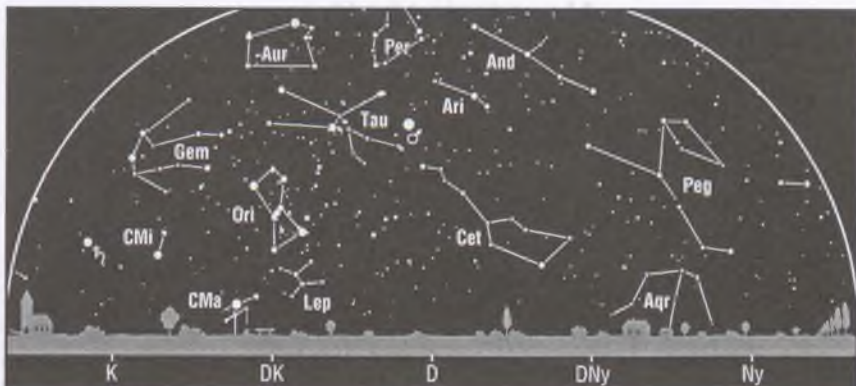
## Az esti égbolt

Hold 4-től 18-ig, Vénusz, Mars késő este, Jupiter szürkületben, Uránusz, Neptunusz.  
*Kettőscsillagok:*  $\gamma$  And,  $\zeta$  UMa,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\theta$  Ser,  $\beta$  Cyg,  $\gamma$  Del. *Nyílthalmazok:*  $h$  és  $\chi$  Per, M11 (Sct). *Gömbhalmazok:* M13 (Her), M92 (Her), M15 (Peg), M2 (Aqr). *Gázködök:* M16 (Ser), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M81–82 (UMa), M101 (UMa).

## Csillagászati események

1. 04<sup>h</sup>\* Az Uránusz szembenállásban.
2. 13<sup>h</sup>\* A Vénusz 1°2'-kal délre a Jupitertől.
3. 20<sup>h</sup>\* Újhold.
4. 12<sup>h</sup>\* A Merkúr 1°0'-kal északra a Regulustól.
5. 22<sup>h</sup>\* A Vénusz 1°7'-kal északra a Spicától.
7. 01<sup>h</sup>\* A Jupiter 1°6'-kal északra a Holdtól.
7. 10<sup>h</sup>\* A Vénusz 0°5'-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
11. 13<sup>h</sup>\* Első negyed.
15. 09<sup>h</sup>\* A Neptunusz 4°3'-kal északra a Holdtól.
16. 22<sup>h</sup>\* Az Uránusz 2°2'-kal északra a Holdtól.
18. 03<sup>h</sup>\* Telehold.
18. 04<sup>h</sup>\* A Merkúr felső együttállásban.
22. 08<sup>h</sup>\* A Mars 5°7'-kal délre a Holdtól.
22. 23<sup>h</sup>\* 23<sup>m</sup> Napéjegyenlőség.
25. 08<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
28. 06<sup>h</sup>\* A Szaturnusz 4°4'-kal délre a Holdtól.





## A hajnali égbolt

Hold 2-ig és 18-tól, Merkúr 9-ig, Mars, Szaturnusz.

## A bolygók

**Merkúr:** A hónap első hetében még megkísérelhető észlelése a hajnali szürkületben a keleti látóhatár közelében. Láthatósága azonban gyorsan romlik. 18-án már felső együttállásban van a Nappal.

**Vénusz:** Az esti szürkületben a nyugati égbolt feltűnő égitestje. A hó elején egy és negyed órával, végén másfél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-4^m1$ ; fázisa 0.75-ről 0.64-ra csökken.

**Mars:** Az esti órákban kel, és csaknem egész éjszaka látható a hónap nagy részében a Kos, majd a Bika csillagképben. A hónap közepén fényessége  $-1^m3$ , átmérője  $15''3$ , mindkettő növekszik.

**Jupiter:** Napnyugta után még megkereshető az esti szürkületben a nyugati látóhatár közelében. A hó elején másfél órával, a végén már csak fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-1^m7$ , átmérője  $31''$ .

**Szaturnusz:** Éjfél után kel, a hajnali órákban látható a Rák csillagképben. Fényessége  $0^m4$ , átmérője  $17''$ .

**Uránusz, Neptunusz:** Az éjszaka nagy részében megfigyelhetők, az Uránusz a Vízöntőben, a Neptunusz a Bak csillagképben. A hajnali órákban nyugszanak. Az Uránusz 1-jén kerül szembenállásba a Nappal.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5$ 

## Naptár – október

KÖZEI\*

dátum	Nap			$h_d$ °	$E_t$ m	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik			kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m			h m	h m	h m	
39. hét									
1. sz 274.	5*43	11*34	17*24	39.4	+10.2	3*19	10*13	16*52	●
2. v 275.	5*44	11*33	17*22	39.0	+10.6	4*26	10*53	17*06	●
40. hét									
3. h 276.	5*46	11*33	17*20	38.6	+10.9	5*35	11*34	17*20	● 11*28
4. k 277.	5*47	11*33	17*18	38.2	+11.2	6*44	12*16	17*35	●
5. sz 278.	5*48	11*32	17*16	37.8	+11.5	7*57	13*00	17*53	●
6. cs 279.	5*50	11*32	17*14	37.4	+11.8	9*13	13*49	18*15	●
7. p 280.	5*51	11*32	17*12	37.0	+12.1	10*30	14*41	18*44	●
8. sz 281.	5*53	11*32	17*10	36.7	+12.4	11*47	15*38	19*25	●
9. v 282.	5*54	11*31	17*08	36.3	+12.6	12*56	16*38	20*20	●
41. hét									
10. h 283.	5*55	11*31	17*06	35.9	+12.9	13*53	17*40	21*30	● 20*01
11. k 284.	5*57	11*31	17*04	35.5	+13.2	14*37	18*40	22*51	●
12. sz 285.	5*58	11*30	17*02	35.2	+13.4	15*09	19*37	—	●
13. cs 286.	6*00	11*30	17*00	34.8	+13.7	15*33	20*31	0*16	●
14. p 287.	6*01	11*30	16*58	34.4	+13.9	15*53	21*22	1*42	●
15. sz 288.	6*03	11*30	16*56	34.0	+14.1	16*11	22*11	3*05	●
16. v 289.	6*04	11*30	16*54	33.7	+14.4	16*28	23*00	4*27	●
42. hét									
17. h 290.	6*05	11*29	16*53	33.3	+14.6	16*46	23*49	5*49	● 13*14
18. k 291.	6*07	11*29	16*51	32.9	+14.8	17*06	—	7*10	●
19. sz 292.	6*08	11*29	16*49	32.6	+15.0	17*30	0*40	8*31	●
20. cs 293.	6*10	11*29	16*47	32.2	+15.1	18*02	1*32	9*50	●
21. p 294.	6*11	11*29	16*45	31.8	+15.3	18*42	2*27	11*03	●
22. sz 295.	6*13	11*28	16*43	31.5	+15.5	19*32	3*22	12*06	●
23. v 296.	6*14	11*28	16*42	31.2	+15.6	20*32	4*16	12*56	●
43. hét									
24. h 297.	6*16	11*28	16*40	30.8	+15.8	21*39	5*08	13*34	●
25. k 298.	6*17	11*28	16*38	30.4	+15.9	22*47	5*58	14*03	● 2*17
26. sz 299.	6*19	11*28	16*37	30.1	+16.0	23*56	6*44	14*25	●
27. cs 300.	6*20	11*28	16*35	29.8	+16.1	—	7*27	14*43	●
28. p 301.	6*22	11*28	16*33	29.4	+16.2	1*04	8*09	14*58	●
29. sz 302.	6*23	11*28	16*32	29.1	+16.3	2*12	8*49	15*12	●
30. v 303.	6 25	11 28	16 30	28.8	+16.3	3 19	9 29	15 26	●
44. hét									
31. h 304.	6 26	11 28	16 28	28.4	+16.4	4 29	10 11	15 41	●

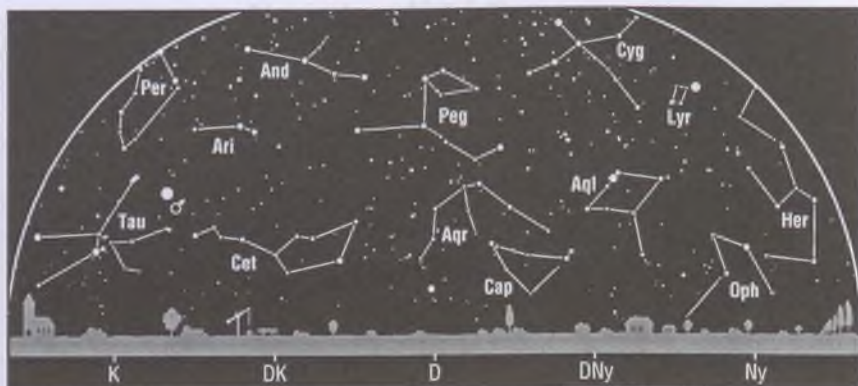
\*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## október

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 453 645	0 39 18	Malvin, <i>Rómeó, Terézia</i>
2.	2 453 646	0 43 15	Petra, <i>Örs, Tamás</i>
3.	2 453 647	0 47 11	Helga, <i>Ignác, Mária, Terézia</i>
4.	2 453 648	0 51 08	Ferenc, <i>Aranka, Hajnalka</i>
5.	2 453 649	0 55 04	Aurél, <i>Attila, Pálma</i>
6.	2 453 650	0 59 01	Brúnó, <i>Renáta, Csaba</i>
7.	2 453 651	1 02 57	Amália, <i>Mária, Márk</i>
8.	2 453 652	1 06 54	Koppány, <i>Bettina, Brigitta, Etelka, Gitta, János, Mária</i>
9.	2 453 653	1 10 50	Dénes, <i>Abrahám, Ábris, Andor, Elemér, Sára</i>
10.	2 453 654	1 14 47	Gedeon, <i>Dániel, Ferenc, Lajos, Sámuel</i>
11.	2 453 655	1 18 44	Brigitta, <i>Andor, Sándor</i>
12.	2 453 656	1 22 40	Miksa, <i>Rezső</i>
13.	2 453 657	1 26 37	Kálmán, <i>Ede, Fatima, Fatime, Jakab</i>
14.	2 453 658	1 30 33	Helén, <i>Beatrix, Dominik, Domonkos, Livia</i>
15.	2 453 659	1 34 30	Teréz, <i>Aranka, Aurélia, Hedvig, Tekla, Terézia, Vilma</i>
16.	2 453 660	1 38 26	Gál, <i>Ambrus, Aranka, Aurélia, Gellért, Hedvig, Margit</i>
17.	2 453 661	1 42 23	Hedvig, <i>Alajos, Ignác, Margit, Rezső, Rudolf</i>
18.	2 453 662	1 46 19	Lukács, <i>Ambrus</i>
19.	2 453 663	1 50 16	Nándor, <i>Frida, Friderika, Laura, Pál, Péter</i>
20.	2 453 664	1 54 13	Vendel, <i>Cintia, Irén, Irina</i>
21.	2 453 665	1 58 09	Orsolya, <i>Klementina, Zsolt</i>
22.	2 453 666	2 02 06	Előd, <i>Korinna</i>
23.	2 453 667	2 06 02	<b>Nemzeti ünnep;</b> Gyöngyi, <i>Gyöngyvér, Ignác, János</i>
24.	2 453 668	2 09 59	Salamon, <i>Rafael, Ráhel</i>
25.	2 453 669	2 13 55	Blanka, <i>Bianka, János, Margit</i>
26.	2 453 670	2 17 52	Dömötör, <i>Amanda, Ametiszt, Armand</i>
27.	2 453 671	2 21 48	Szabina
28.	2 453 672	2 25 45	Simon, <i>Szimonetta, Alfréd</i>
29.	2 453 673	2 29 42	Nárcisz, <i>Melinda</i>
30.	2 453 674	2 33 38	Alfonz, <i>Fanni, Kolos, Stefánia</i>
31.	2 453 675	2 37 35	Farkas, <i>Kristóf</i>

3. A zsidó naptár 5766. évének kezdete napnyugtakor.

30. A nyári időszámítás vége 3<sup>h</sup>NYISZ-kor.



## Az esti égbolt

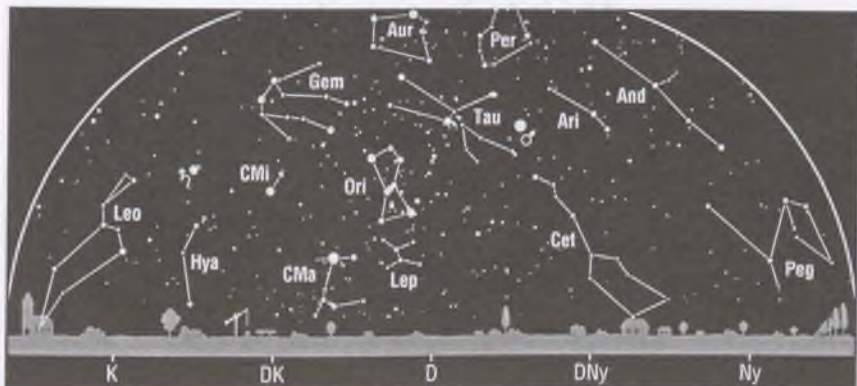
Hold 4-től 17-ig, Merkúr, Vénusz, Mars, Uránusz, Neptunusz. Tauridák meteorraj.

*Kettőscsillagok:*  $\gamma$  And,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\theta$  Ser,  $\beta$  Cyg,  $\gamma$  Del. *Nyílthalmazok:*  $\eta$  és  $\chi$  Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur). *Gömbhalmazok:* M15 (Peg), M2 (Aqr). *Gázködök:* M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri).

## Csillagászati események

3. 11<sup>h</sup>\* Újhold, gyűrűs napfogyatkozás, hazánkból részleges fogyatkozásként látható.
4. 09<sup>h</sup>\* A Merkúr 1<sup>o</sup>9'-kal északra a Spicától.
6. 08<sup>h</sup>\* A Merkúr 1<sup>o</sup>3'-kal délre a Jupitertől.
7. 07<sup>h</sup>\* A Vénusz 1<sup>o</sup>3'-kal északra a Holdtól.
10. 20<sup>h</sup>\* Első negyed.
12. 16<sup>h</sup>\* A Neptunusz 4<sup>o</sup>3'-kal északra a Holdtól.
14. 06<sup>h</sup>\* Az Uránusz 2<sup>o</sup>3'-kal északra a Holdtól.
16. 19<sup>h</sup>\* A Vénusz 1<sup>o</sup>6'-kal északra az Antarestől.
17. 13<sup>h</sup>\* Telehold, részleges holdfogyatkozás (hazánkból nem látható).
19. 14<sup>h</sup>\* A Mars 4<sup>o</sup>6'-kal délre a Holdtól.
22. 14<sup>h</sup>\* A Jupiter együttállásban a Nappal.
25. 02<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
25. 18<sup>h</sup>\* A Szaturnusz 4<sup>o</sup>2'-kal délre a Holdtól.
30. 04<sup>h</sup>\* A Mars földközeli.





## A hajnali égbolt

Hold 2-ig és 17-től, Mars, Szaturnusz. Orionidák meteorraj.

## A bolygók

**Merkúr:** Megkísérrelhető észlelése az esti szürkületben a nyugati látóhatár közelében, de helyzete megfigyelésre nem kedvező. A hó elején negyed órával, a végén háromnegyed órával nyugszik a Nap után.

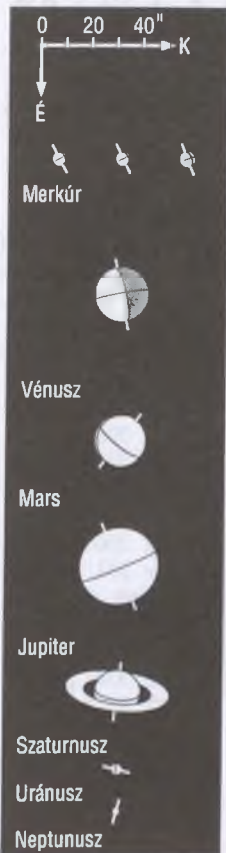
**Vénusz:** Az esti égbolt legfeltűnőbb égitestje. A hó elején másfél órával, végén két órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-4^m2$ -ról  $-4^m4$ -ra növekszik; fázisa 0.64-ről 0.51-ra csökken.

**Mars:** Az esti órákban kel, és csaknem egész éjszaka látható a Bika, majd a Kos csillagképben. A hónap közepén fényessége – $2^m0$ , átmérője  $19''4$ , mindkettő növekszik.

**Jupiter:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 22-én kerül együttállásba a Nappal.

**Szaturnusz:** Éjfél előtt kel, az éjszaka második felében látható a Rák csillagképben. Fényessége  $0^m3$ , átmérője  $18''$ .

**Uránusz, Neptunusz:** Az éjszaka első felében figyelhetők meg, az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben. Éjfél körül nyugszanak.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5'$ 

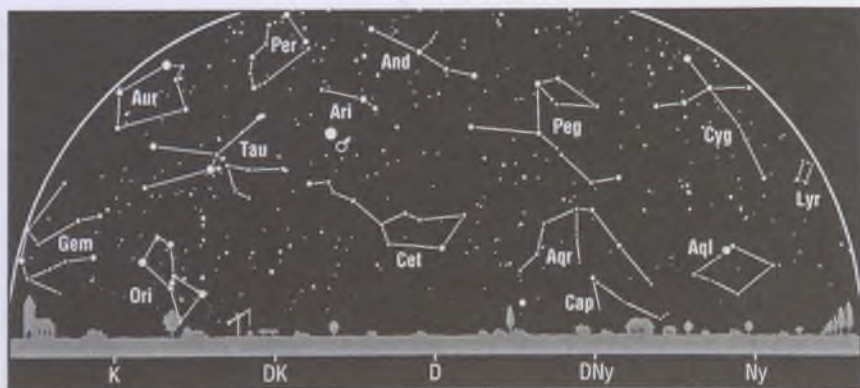
## Naptár – november

KÖZEI

dátum	Nap			$h_d$ °	$E_t$ m	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik			kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m			h m	h m	h m	
44. hét									
1. k 305.	6 28	11 28	16 27	28.1	+16.4	5 41	10 55	15 58	●
2. sz 306.	6 29	11 28	16 25	27.8	+16.4	6 57	11 43	16 19	● 2 24
3. cs 307.	6 31	11 28	16 24	27.5	+16.4	8 16	12 35	16 46	●
4. p 308.	6 32	11 28	16 22	27.2	+16.4	9 34	13 32	17 24	●
5. sz 309.	6 34	11 28	16 21	26.9	+16.4	10 48	14 32	18 15	●
6. v 310.	6 35	11 28	16 19	26.6	+16.4	11 50	15 34	19 21	●
45. hét									
7. h 311.	6 37	11 28	16 18	26.3	+16.3	12 37	16 35	20 39	●
8. k 312.	6 38	11 28	16 17	26.0	+16.3	13 12	17 32	22 02	●
9. sz 313.	6 40	11 28	16 15	25.7	+16.2	13 38	18 26	23 26	● 2 57
10. cs 314.	6 41	11 28	16 14	25.4	+16.1	13 59	19 17	—	●
11. p 315.	6 43	11 28	16 13	25.1	+16.0	14 16	20 05	0 48	○
12. sz 316.	6 44	11 28	16 12	24.9	+15.9	14 33	20 52	2 08	○
13. v 317.	6 46	11 28	16 10	24.6	+15.8	14 50	21 39	3 27	○
46. hét									
14. h 318.	6 47	11 28	16 09	24.3	+15.6	15 08	22 28	4 46	○
15. k 319.	6 49	11 29	16 08	24.1	+15.5	15 30	23 20	6 06	○
16. sz 320.	6 50	11 29	16 07	23.8	+15.3	15 58	—	7 26	○ 1 57
17. cs 321.	6 52	11 29	16 06	23.6	+15.1	16 34	0 13	8 42	○
18. p 322.	6 53	11 29	16 05	23.3	+14.9	17 21	1 09	9 50	○
19. sz 323.	6 55	11 29	16 04	23.1	+14.7	18 18	2 04	10 47	○
20. v 324.	6 56	11 30	16 03	22.9	+14.5	19 23	2 58	11 30	○
47. hét									
21. h 325.	6 57	11 30	16 02	22.6	+14.2	20 31	3 49	12 03	○
22. k 326.	6 59	11 30	16 01	22.4	+14.0	21 40	4 37	12 28	○
23. sz 327.	7 00	11 30	16 00	22.2	+13.7	22 48	5 22	12 47	● 23 11
24. cs 328.	7 02	11 31	15 59	22.0	+13.4	23 55	6 03	13 03	●
25. p 329.	7 03	11 31	15 59	21.8	+13.1	—	6 44	13 18	●
26. sz 330.	7 04	11 31	15 58	21.6	+12.8	1 02	7 24	13 32	●
27. v 331.	7 06	11 32	15 57	21.4	+12.5	2 10	8 04	13 46	●
48. hét									
28. h 332.	7 07	11 32	15 57	21.2	+12.2	3 20	8 47	14 01	●
29. k 333.	7 08	11 32	15 56	21.1	+11.8	4 34	9 33	14 21	●
30. sz 334.	7 10	11 33	15 56	20.9	+11.5	5 52	10 23	14 45	●

## november

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{\text{gr}}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 453 676	2 41 31	<b>Mindenszentek</b> ; Marianna, Benigna
2.	2 453 677	2 45 28	Achilles, Viktor
3.	2 453 678	2 49 24	Győző, Bálint, Ida, Szilvia, Valentin
4.	2 453 679	2 53 21	Károly, Karola, Karolina, Sarolta
5.	2 453 680	2 57 17	Imre
6.	2 453 681	3 01 14	Lénárd
7.	2 453 682	3 05 11	Rezső, Ernő, Karina, Rudolf
8.	2 453 683	3 09 07	Zsombor, Kolos
9.	2 453 684	3 13 04	Tivadar, Tihamér
10.	2 453 685	3 17 00	Réka, András, Ariel, Tünde
11.	2 453 686	3 20 57	Márton, Martin
12.	2 453 687	3 24 53	Jónás, Renátó, Emil, Krisztián, Levente, Tihamér
13.	2 453 688	3 28 50	Szilvia, Jenő, Miklós
14.	2 453 689	3 32 46	Aliz, Klementina, Vanda
15.	2 453 690	3 36 43	Albert, Lipót, Dezső, Richárd
16.	2 453 691	3 40 40	Ödön, Agnes, Alfréd, Gertrúd, Margit, Péter
17.	2 453 692	3 44 36	Hortenzia, Gergő, Ede, Gergely, György, Hilda, Ildikó
18.	2 453 693	3 48 33	Jenő, Jolán, Ottó, Péter
19.	2 453 694	3 52 29	Erzsébet
20.	2 453 695	3 56 26	Jolán, Amália, Ödön, Zoltán, Zolt
21.	2 453 696	4 00 22	Olivér, Amália, Mária
22.	2 453 697	4 04 19	Cecília, Csilla, Mária
23.	2 453 698	4 08 15	Kelemen, Klementina, Dániel
24.	2 453 699	4 12 12	Emma, Flóra, János, Virág
25.	2 453 700	4 16 09	Katalin, Karina, Katarina, Katica, Katinka, Kitti, Liza
26.	2 453 701	4 20 05	Virág, Lénárd, Péter, Szilveszter
27.	2 453 702	4 24 02	Virgil, Jakab
28.	2 453 703	4 27 58	Stefánia, Jakab
29.	2 453 704	4 31 55	Taksony
30.	2 453 705	4 35 51	András, Andor, Amália, Endre



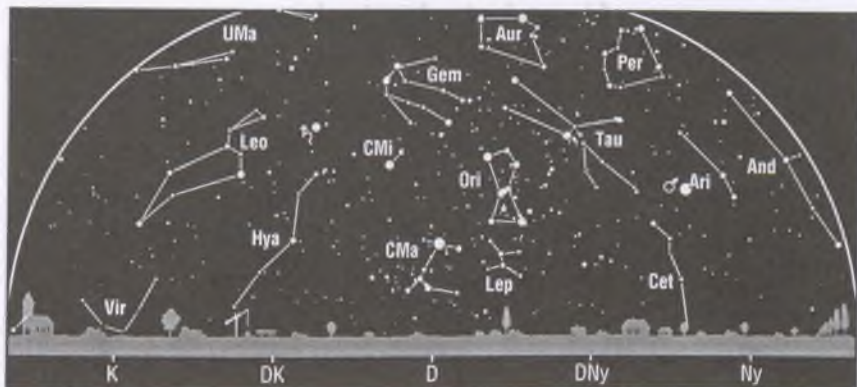
## Az esti égbolt

Hold 3-tól 16-ig, Merkúr 19-ig, Vénusz, Mars, Uránusz, Neptunusz. Tauridák meteorraj. *Kettőscsillagok:*  $\gamma$  And,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\beta$  Cyg,  $\gamma$  Del. *Nyílthalmazok:*  $\eta$  és  $\chi$  Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur). *Gömbhalmazok:* M15 (Peg), M2 (Aqr). *Gázködök:* M1 (Rák-köd, Tau), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M77 (Cet).

## Csillagászati események

2. 02<sup>h</sup> Újhold.
3. 17<sup>h</sup> A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (24").
3. 20<sup>h</sup> A Vénusz legnagyobb keleti kitérésben (47").
4. 00<sup>h</sup> A Merkúr 1.2-kal északra a Holdtól.
5. 20<sup>h</sup> A Vénusz 1.4-kal északra a Holdtól.
7. 09<sup>h</sup> A Mars szembenállásban.
8. 21<sup>h</sup> A Neptunusz 4.3-kal északra a Holdtól.
9. 03<sup>h</sup> Első negyed.
10. 11<sup>h</sup> Az Uránusz 2.2-kal északra a Holdtól.
15. 07<sup>h</sup> A Mars 2.5-kal délre a Holdtól.
16. 02<sup>h</sup> Telehold.
18. 17<sup>h</sup> A Merkúr 3.1-kal északra az Antarestől.
22. 04<sup>h</sup> A Szaturnusz 4.0-kal délre a Holdtól.
23. 23<sup>h</sup> Utolsó negyed.
24. 17<sup>h</sup> A Merkúr első együttállásban.
29. 09<sup>h</sup> A Jupiter 3.2-kal északra a Holdtól.





## A hajnali égbolt

Hold 1-ig és 16-tól 30-ig, Jupiter, Szaturnusz. Leonidák meteororraj.

## A bolygók

**Merkúr:** 3-án van legnagyobb keleti kitérésben,  $24''$ -ra a Naptól. A hónap első felében megkísérelhető észlelése az esti szürkületben a nyugati látóhatár közelében, de helyzete megfigyelésre nem kedvező. Mindössze háromnegyed órával nyugszik a Nap után. A hónap közepétől láthatósága gyorsan romlik. 24-én alsó együttállásban van a Nappal.

**Vénusz:** Az esti égbolt legfeltűnőbb égitestje. A hó elején két órával, végén három órával nyugszik a Nap után. 3-án van legnagyobb keleti kitérésben,  $47''$ -ra a Naptól. Fényessége  $-4^m4$ -ról  $-4^m6$ -ra növekszik; fázisa 0.51-ről 0.33-ra csökken.

**Mars:** Napnyugta előtt kel, és csaknem egész éjszaka látható a Kos csillagképben. 7-én kerül szembenállásba a Nappal. A szembenálláskor fényessége  $-2^m3$ , átmérője  $20''.0$ , szembenállás után mindkettő csökken.

**Jupiter:** A hajnali égen kereshető meg a keleti látóhatár közelében, láthatósága gyorsan javul. A hó elején még csak háromnegyed órával, a végén már két és fél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-1^m7$ , átmérője  $31''$ .

**Szaturnusz:** Késő este kel, és az éjszaka nagyobb részében látható a Rák csillagképben. Fényessége  $0^m2$ , átmérője  $19''$ .

**Uránusz, Neptunusz:** Az esti órákban figyelhetők meg, az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben. Késő éjszaka nyugszanak.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5'$ 

## Naptár – december

KÖZEI

dátum	Nap				$h_d$ °	$E_t$ m	Hold				fázis h m
	kel	delel	nyugszik	h m			kel	delel	nyugszik	h m	
48. hét											
1. cs 335.	7 11	11 33	15 55	20.7	+11.1		7 13	11 19	15 19	●	16 01
2. p 336.	7 12	11 33	15 55	20.6	+10.7		8 31	12 20	16 05	●	
3. sz 337.	7 13	11 34	15 54	20.4	+10.3		9 40	13 23	17 08	●	
4. v 338.	7 14	11 34	15 54	20.3	+9.9		10 33	14 26	18 25	●	
49. hét											
5. h 339.	7 15	11 35	15 54	20.1	+9.5		11 13	15 27	19 49	●	
6. k 340.	7 17	11 35	15 53	20.0	+9.1		11 42	16 23	21 14	●	
7. sz 341.	7 18	11 36	15 53	19.9	+8.7		12 04	17 14	22 37	●	
8. cs 342.	7 19	11 36	15 53	19.8	+8.2		12 23	18 03	23 57	●	10 36
9. p 343.	7 20	11 36	15 53	19.7	+7.8		12 39	18 49	—	●	
10. sz 344.	7 21	11 37	15 53	19.6	+7.4		12 56	19 35	1 15	○	
11. v 345.	7 22	11 37	15 53	19.5	+6.9		13 13	20 23	2 32	○	
50. hét											
12. h 346.	7 23	11 38	15 53	19.4	+6.4		13 33	21 12	3 50	○	
13. k 347.	7 23	11 38	15 53	19.4	+6.0		13 58	22 04	5 08	○	
14. sz 348.	7 24	11 39	15 53	19.3	+5.5		14 31	22 58	6 24	○	
15. cs 349.	7 25	11 39	15 53	19.3	+5.0		15 13	23 53	7 35	○	17 15
16. p 350.	7 26	11 40	15 53	19.2	+4.5		16 06	—	8 36	○	
17. sz 351.	7 26	11 40	15 54	19.1	+4.1		17 08	0 48	9 25	○	
18. v 352.	7 27	11 41	15 54	19.1	+3.6		18 16	1 40	10 01	○	
51. hét											
19. h 353.	7 28	11 41	15 54	19.1	+3.1		19 25	2 30	10 29	○	
20. k 354.	7 28	11 42	15 55	19.1	+2.6		20 34	3 16	10 51	○	
21. sz 355.	7 29	11 42	15 55	19.1	+2.1		21 41	3 59	11 08	○	
22. cs 356.	7 29	11 43	15 56	19.1	+1.6		22 47	4 39	11 23	○	
23. p 357.	7 30	11 43	15 56	19.1	+1.1		23 53	5 19	11 36	●	20 36
24. sz 358.	7 30	11 44	15 57	19.1	+0.6		—	5 58	11 50	●	
25. v 359.	7 31	11 44	15 58	19.1	+0.1		1 01	6 39	12 05	●	
52. hét											
26. h 360.	7 31	11 45	15 58	19.1	−0.4		2 12	7 22	12 22	●	
27. k 361.	7 31	11 45	15 59	19.2	−0.9		3 26	8 10	12 43	●	
28. sz 362.	7 31	11 46	16 00	19.2	−1.4		4 45	9 02	13 12	●	
29. cs 363.	7 32	11 46	16 01	19.3	−1.9		6 05	10 01	13 52	●	
30. p 364.	7 32	11 47	16 02	19.3	−2.4		7 20	11 04	14 48	●	
31. sz 365.	7 32	11 47	16 02	19.4	−2.8		8 22	12 09	16 01	●	4 12

## december

nap	Julían dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{\text{gr}}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 453 706	4 39 48	Elza, Arnold, Blanka, Ede, Natália, Natasa, Oszkár
2.	2 453 707	4 43 44	Melinda, Vivien, Aranka, Aurélia, Dénes
3.	2 453 708	4 47 41	Ferenc, Olívia
4.	2 453 709	4 51 38	Borbála, Barbara, Boróka, Péter
5.	2 453 710	4 55 34	Vilma, Ábel, Csaba, Csanád, Dalma
6.	2 453 711	4 59 31	Miklós, Nikolett, Nikoletta
7.	2 453 712	5 03 27	Ambrus
8.	2 453 713	5 07 24	Mária, Emőke, Mátyás
9.	2 453 714	5 11 20	Natália, Ábel, Georgina, György, Györgyi, Péter, Valéria
10.	2 453 715	5 15 17	Judit, Livia, Loretta
11.	2 453 716	5 19 13	Árpád, Dániel
12.	2 453 717	5 23 10	Gabriella, Franciska, Johanna
13.	2 453 718	5 27 07	Luca, Otília, Éda, Elza, Lúcia
14.	2 453 719	5 31 03	Szilárda
15.	2 453 720	5 35 00	Valér, Dezső, Mária
16.	2 453 721	5 38 56	Etelka, Aletta, Alida, Beáta, Tihamér
17.	2 453 722	5 42 53	Lázár, Olimpia
18.	2 453 723	5 46 49	Auguszt, Dezső, Mária
19.	2 453 724	5 50 46	Viola
20.	2 453 725	5 54 42	Teofil, Ignác, Krisztián
21.	2 453 726	5 58 39	Tamás, Péter
22.	2 453 727	6 02 36	Zénó, Anikó
23.	2 453 728	6 06 32	Viktória
24.	2 453 729	6 10 29	Ádám, Éva, Adél, Alinka, Ervin, Hermína, Noémi
25.	2 453 730	6 14 25	Karácsony; Eugénia, Anasztázia
26.	2 453 731	6 18 22	Karácsony; István, Dénes, Előd, Stefánia
27.	2 453 732	6 22 18	János
28.	2 453 733	6 26 15	Kamilla, Ármin, Gáspár
29.	2 453 734	6 30 11	Tamás, Tamara, Dávid, Gáspár
30.	2 453 735	6 34 08	Dávid, Dénes, Hunor, Margit, Zalán
31.	2 453 736	6 38 05	Szilveszter, Darinka, Katalin, Kitti, Melánia



## Az esti égbolt

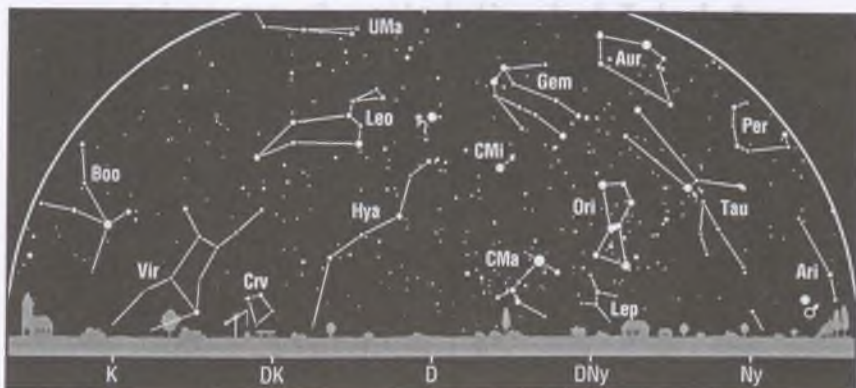
Hold 2-től 15-ig, Vénusz, Mars, Szaturnusz késő este, Uránusz, Neptunusz. Geminidák meteorraj.

**Kettőscsillagok:**  $\gamma$  And,  $\sigma$  Ori. **Nyílthalmazok:**  $\eta$  és  $\chi$  Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem). **Gömbhalmazok:** M15 (Peg), M79 (Lep). **Gázködök:** M1 (Rák-köd, Tau), M42–43 (Orion-köd, Ori). **Galaxisok:** M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M77 (Cet), M81–82 (UMA).

## Csillagászati események

1. 16<sup>h</sup> Újhold.
4. 19<sup>h</sup> A Vénusz 2<sup>o</sup>3'-kal északra a Holdtól.
6. 04<sup>h</sup> A Neptunusz 4<sup>o</sup>1'-kal északra a Holdtól.
7. 17<sup>h</sup> Az Uránusz 2<sup>o</sup>1'-kal északra a Holdtól.
8. 11<sup>h</sup> Első negyed.
9. 09<sup>h</sup> A Juno szembenállásban.
9. 14<sup>h</sup> A Vénusz legnagyobb fényességben.
12. 06<sup>h</sup> A Mars 1<sup>o</sup>2'-kal délre a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
12. 14<sup>h</sup> A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (21<sup>o</sup>).
15. 17<sup>h</sup> Telehold.
16. 05<sup>h</sup> A Plútó együttállásban a Nappal.
19. 10<sup>h</sup> A Szaturnusz 3<sup>o</sup>7'-kal délre a Holdtól.
20. 08<sup>h</sup> A Merkúr 5<sup>o</sup>8'-kal északra az Antarestől.
21. 19<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> Napforduló.
23. 21<sup>h</sup> Utolsó negyed.
27. 05<sup>h</sup> A Jupiter 3<sup>o</sup>9'-kal északra a Holdtól.
30. 01<sup>h</sup> A Merkúr 4<sup>o</sup>9'-kal északra a Holdtól.
31. 04<sup>h</sup> Újhold.





## A hajnali égbolt

Hold 15-től 30-ig, Merkúr, Jupiter, Szaturnusz.

## A bolygók

**Merkúr:** A hajnali égbolton látható, a keleti látóhatár közelében. Az év folyamán e hó közepe a legkedvezőbb időszak a bolygó hajnali megfigyelésére. 12-én van legnagyobb nyugati kitérésben,  $21^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor két órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** Az esti égbolt legfeltűnőbb égitestje. A hó elején három órával, végén két órával nyugszik a Nap után. 9-én éri el legnagyobb fényességét,  $-4^m7$  értékkel; fázisa ekkor 0.26, a hónap végén pedig 0.06.

**Mars:** A hajnali órákban nyugszik, és az éjszaka nagy részében látható a Kos csillagképben. A hónap közepén fényessége  $-1^m2$ , átmérője  $14''7$ , mindkettő csökken.

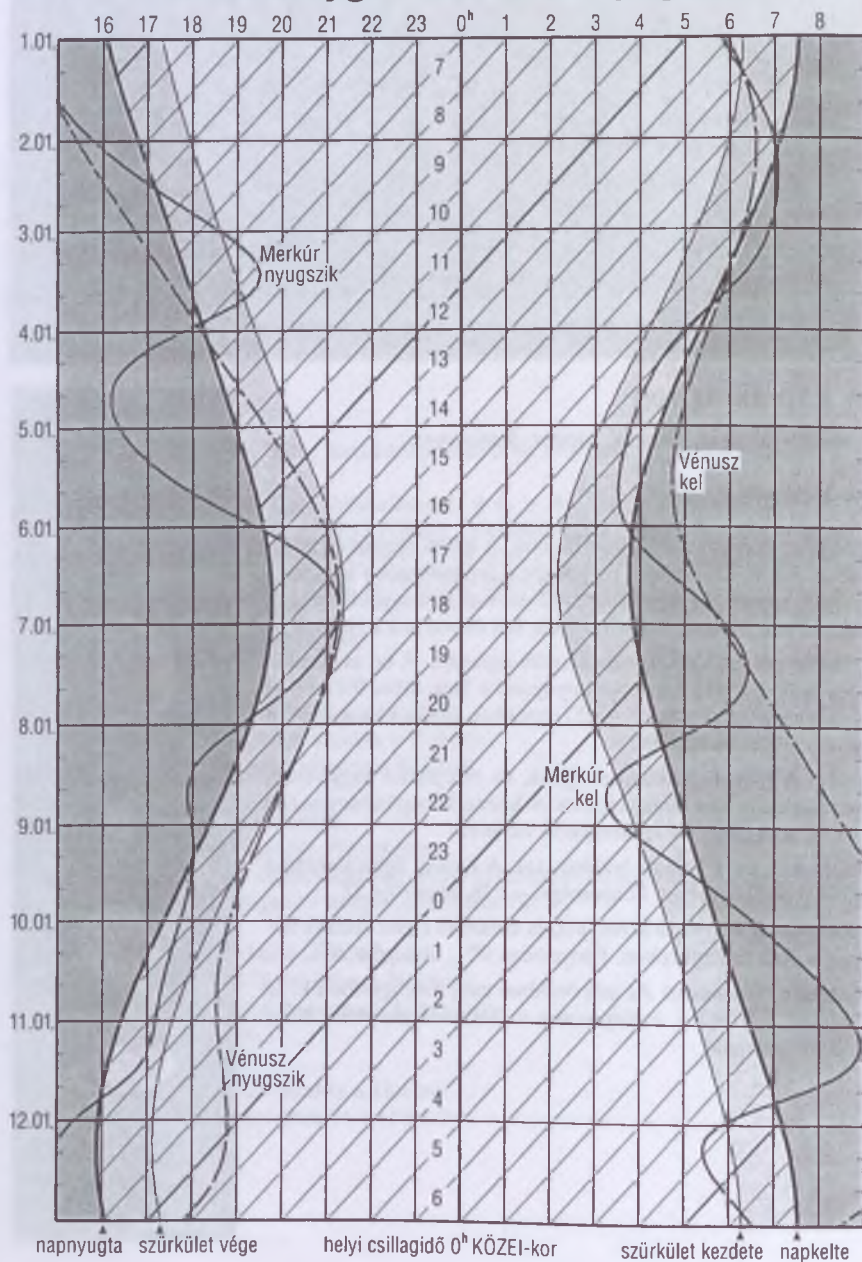
**Jupiter:** A kora hajnali órákban kel. A hajnali égen látható a Mérleg csillagképben. Fényessége  $-1^m8$ , átmérője  $32''$ .

**Szaturnusz:** Az esti órákban kel, és csaknem egész éjszaka látható a Rák csillagképben. Fényessége  $0^m1$ , átmérője  $20''$ .

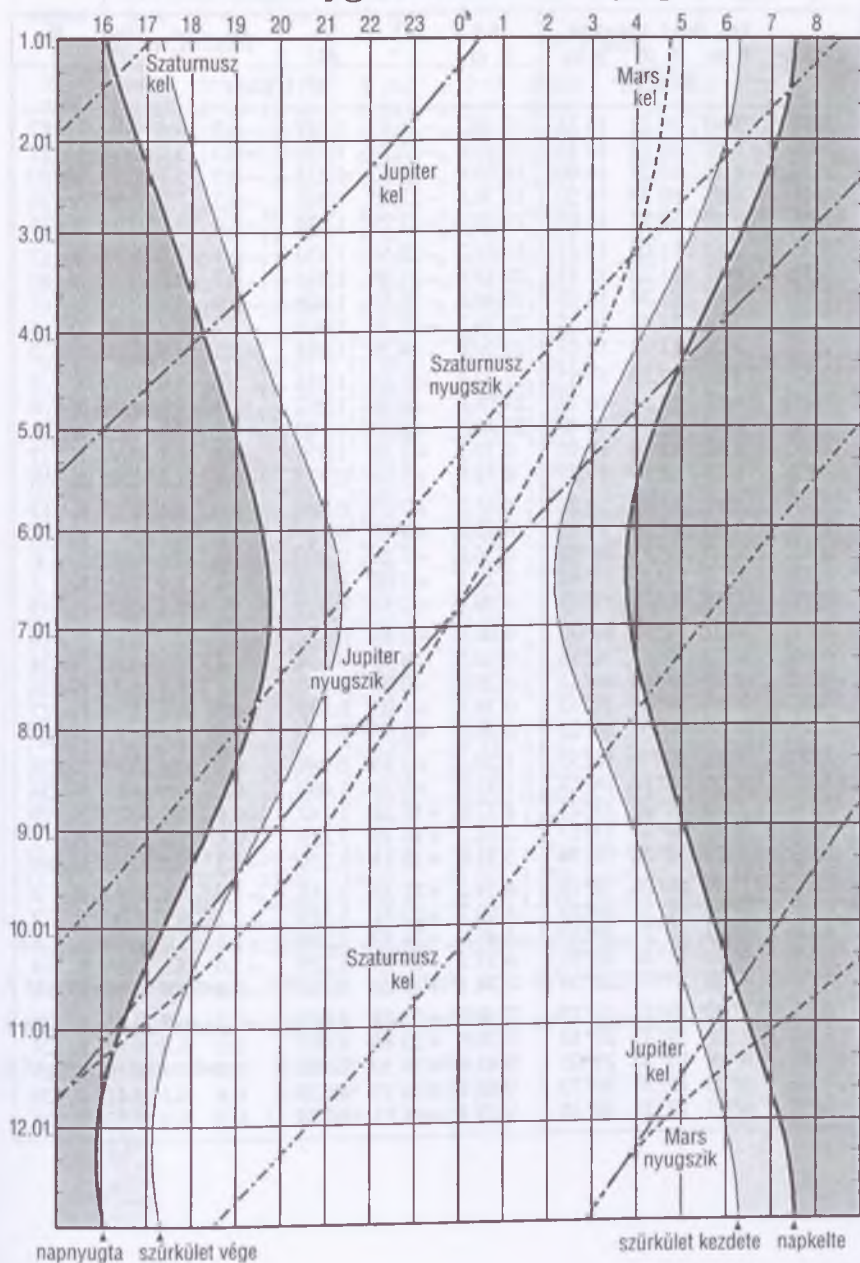
**Uránusz, Neptunusz:** Az esti órákban még megfigyelhetők, az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben. Késő este nyugszanak.



# A belső bolygók kelése és nyugvása



## A külső bolygók kelése és nyugvása





## Merkúr

dátum	kel, delel, nyugszik			RA	D	Δ	m	ø	fázis	E
	h m	h m	h m	h m	° '	AU		"		°
	KÖZEI*			0 <sup>h</sup> UT-kor						
1.01.	5 48	10 12	14 34	17 10.2	-21 17	1.059	-0.3	6.4	0.69	Ny 22
1.06.	6 01	10 18	14 35	17 36.0	-22 24	1.149	-0.3	5.9	0.77	Ny 21
1.11.	6 15	10 27	14 40	18 05.0	-23 12	1.225	-0.3	5.5	0.83	Ny 20
1.16.	6 28	10 39	14 50	18 36.0	-23 35	1.286	-0.3	5.2	0.88	Ny 18
1.21.	6 40	10 52	15 03	19 08.4	-23 29	1.334	-0.4	5.0	0.91	Ny 15
1.26.	6 50	11 05	15 21	19 41.7	-22 50	1.370	-0.5	4.9	0.94	Ny 13
1.31.	6 57	11 20	15 43	20 15.5	-21 38	1.394	-0.7	4.8	0.96	Ny 10
2.05.	7 02	11 34	16 07	20 49.8	-19 50	1.405	-0.9	4.8	0.98	Ny 7
2.10.	7 04	11 49	16 35	21 24.3	-17 26	1.403	-1.2	4.8	0.99	D 4
2.15.	7 04	12 04	17 05	21 59.0	-14 26	1.384	-1.5	4.9	1.00	D 2
2.20.	7 02	12 19	17 37	22 33.7	-10 51	1.345	-1.5	5.0	0.99	K 5
2.25.	6 58	12 34	18 11	23 08.0	-6 46	1.282	-1.3	5.2	0.95	K 9
3.02.	6 52	12 46	18 43	23 40.9	-2 23	1.190	-1.2	5.7	0.85	K 13
3.07.	6 43	12 56	19 10	0 10.2	+1 56	1.070	-0.9	6.3	0.69	K 17
3.12.	6 29	12 58	19 27	0 32.8	+5 35	0.933	-0.4	7.2	0.48	K 18
3.17.	6 11	12 49	19 28	0 45.1	+7 57	0.800	0.6	8.4	0.27	K 17
3.22.	5 49	12 29	19 09	0 45.6	+8 37	0.691	—	9.7	0.11	K 13
3.27.	5*25	11*59	18*32	0 36.0	+7 29	0.620	—	10.8	0.02	K 6
4.01.	5*02	11*25	17*48	0 22.1	+5 08	0.592	—	11.4	0.01	Ny 5
4.06.	4*42	10*55	17*07	0 10.9	+2 34	0.601	—	11.2	0.07	Ny 13
4.11.	4*27	10*32	16*37	0 06.8	+0 40	0.638	—	10.5	0.16	Ny 19
4.16.	4*15	10*17	16*18	0 10.5	-0 11	0.694	1.1	9.7	0.26	Ny 24
4.21.	4*05	10*08	16*11	0 20.9	-0 00	0.760	0.7	8.8	0.35	Ny 26
4.26.	3*56	10*04	16*13	0 36.6	+1 05	0.833	0.5	8.1	0.43	Ny 27
5.01.	3*48	10*05	16*22	0 56.6	+2 53	0.910	0.3	7.4	0.51	Ny 27
5.06.	3*42	10*09	16*37	1 20.3	+5 18	0.989	0.1	6.8	0.59	Ny 25
5.11.	3*36	10*16	16*58	1 47.3	+8 10	1.069	-0.2	6.3	0.67	Ny 23
5.16.	3*32	10*28	17*25	2 17.8	+11 24	1.147	-0.5	5.9	0.75	Ny 19
5.21.	3*30	10*43	17*57	2 52.2	+14 49	1.219	-0.8	5.5	0.84	Ny 15
5.26.	3*32	11*02	18*34	3 31.0	+18 14	1.279	-1.3	5.3	0.92	Ny 10
5.31.	3*39	11*26	19*15	4 14.2	+21 19	1.315	-1.9	5.1	0.99	Ny 4
6.05.	3*53	11*53	19*55	5 00.7	+23 41	1.319	-2.1	5.1	1.00	K 2
6.10.	4*12	12*21	20*30	5 48.0	+24 59	1.288	-1.5	5.2	0.94	K 8
6.15.	4*37	12*46	20*55	6 33.1	+25 09	1.229	-1.0	5.5	0.86	K 14
6.20.	5*03	13*07	21*09	7 14.1	+24 20	1.154	-0.6	5.8	0.76	K 18
6.25.	5*29	13*22	21*15	7 50.0	+22 48	1.071	-0.2	6.3	0.66	K 22
6.30.	5*51	13*33	21*13	8 20.6	+20 46	0.987	0.1	6.8	0.57	K 24
7.05.	6*09	13*38	21*05	8 45.9	+18 30	0.904	0.3	7.4	0.49	K 26
7.10.	6*20	13*37	20*53	9 05.7	+16 10	0.826	0.6	8.1	0.41	K 26
7.15.	6*25	13*31	20*35	9 19.4	+14 01	0.753	0.9	8.9	0.32	K 25



dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			R.A h m	D ° '	$\Delta$ AU	m	$\phi$ "	fázis	E °
	KÖZEI*			0 <sup>h</sup> UT-kor						
7.20.	6°20	13°17	20°13	9 26.5	+12 15	0.688	1.3	9.8	0.23	K 23
7.25.	6°05	12°56	19°48	9 26.0	+11 07	0.635	—	10.6	0.14	K 19
7.30.	5°38	12°28	19°18	9 18.1	+10 52	0.602	—	11.2	0.06	K 12
8.04.	5°01	11°55	18°49	9 04.6	+11 34	0.595	—	11.3	0.02	K 6
8.09.	4°21	11°21	18°23	8 50.4	+13 01	0.622	—	10.8	0.02	Ny 7
8.14.	3°45	10°54	18°04	8 42.1	+14 41	0.687	—	9.8	0.10	Ny 13
8.19.	3°22	10°38	17°54	8 44.5	+15 59	0.787	0.9	8.5	0.24	Ny 17
8.24.	3°15	10°34	17°53	8 59.3	+16 28	0.913	-0.1	7.4	0.43	Ny 18
8.29.	3°25	10°41	17°56	9 25.1	+15 47	1.049	-0.7	6.4	0.64	Ny 17
9.03.	3°48	10°55	18°00	9 58.1	+13 51	1.175	-1.1	5.7	0.81	Ny 14
9.08.	4°19	11°11	18°02	10 34.2	+10 53	1.275	-1.4	5.3	0.93	Ny 9
9.13.	4°51	11°27	18°01	11 10.1	+7 17	1.343	-1.6	5.0	0.98	Ny 5
9.18.	5°23	11°42	17°58	11 44.4	+3 22	1.384	-1.7	4.9	1.00	É 2
9.23.	5°54	11°54	17°53	12 16.9	-0 35	1.402	-1.3	4.8	0.99	K 4
9.28.	6°22	12°05	17°48	12 47.9	-4 26	1.403	-0.9	4.8	0.97	K 8
10.03.	6°48	12°15	17°41	13 17.7	-8 07	1.388	-0.6	4.8	0.95	K 11
10.08.	7°13	12°25	17°35	13 46.7	-11 33	1.361	-0.4	4.9	0.93	K 14
10.13.	7°37	12°33	17°29	14 15.1	-14 43	1.323	-0.3	5.1	0.89	K 17
10.18.	7°59	12°42	17°23	14 43.0	-17 32	1.272	-0.2	5.3	0.86	K 19
10.23.	8°19	12°49	17°18	15 10.5	-19 58	1.210	-0.2	5.6	0.81	K 21
10.28.	8°37	12°56	17°14	15 36.9	-21 59	1.136	-0.2	5.9	0.75	K 23
11.02.	8 50	13 00	17 10	16 01.3	-23 29	1.049	-0.2	6.4	0.67	K 23
11.07.	8 55	13 00	17 06	16 21.7	-24 22	0.951	-0.1	7.1	0.55	K 23
11.12.	8 47	12 52	16 57	16 34.4	-24 29	0.846	0.2	8.0	0.39	K 21
11.17.	8 21	12 30	16 41	16 33.8	-23 35	0.748	—	9.0	0.20	K 16
11.22.	7 30	11 52	16 15	16 16.3	-21 26	0.685	—	9.8	0.03	K 6
11.27.	6 29	11 06	15 44	15 50.0	-18 33	0.690	—	9.7	0.03	Ny 6
12.02.	5 45	10 32	15 19	15 33.7	-16 38	0.767	—	8.8	0.20	Ny 15
12.07.	5 27	10 15	15 02	15 35.0	-16 32	0.881	-0.1	7.6	0.43	Ny 20
12.12.	5 29	10 11	14 52	15 49.7	-17 41	1.000	-0.4	6.7	0.61	Ny 21
12.17.	5 40	10 14	14 47	16 12.3	-19 21	1.108	-0.5	6.1	0.74	Ny 21
12.22.	5 57	10 22	14 46	16 39.5	-21 01	1.199	-0.5	5.6	0.82	Ny 19
12.27.	6 15	10 32	14 48	17 09.4	-22 28	1.273	-0.4	5.3	0.88	Ny 17

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

**A Merkúr napközben:** 3.08. 03<sup>h</sup> 6.04. 02<sup>h</sup> 8.31. 01<sup>h</sup> 11.27. 01<sup>h</sup>

**A Merkúr naptávolban:** 1.23. 03<sup>h</sup> 4.21. 02<sup>h</sup> 7.18. 02<sup>h</sup> 10.14. 01<sup>h</sup>

**A Merkúr földközben:** 4.02. 02<sup>h</sup> 0.5908 AU  
8.02. 16<sup>h</sup> 0.5934 AU  
11.24. 04<sup>h</sup> 0.6777 AU

## Vénusz

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	$\Delta$ AU	m	$\phi$ "	fázis	E °
	KÖZEI*			0 <sup>h</sup> UT-kor						
1.01.	5 56	10 14	14 32	17 12.8	-22 15	1.542	-3.9	10.8	0.93	Ny 22
1.06.	6 07	10 22	14 36	17 39.9	-22 50	1.560	-3.9	10.7	0.94	Ny 20
1.11.	6 16	10 29	14 43	18 07.1	-23 07	1.577	-3.9	10.6	0.95	Ny 19
1.16.	6 23	10 37	14 50	18 34.3	-23 06	1.594	-3.9	10.5	0.95	Ny 18
1.21.	6 29	10 44	15 00	19 01.5	-22 48	1.609	-3.9	10.4	0.96	Ny 17
1.26.	6 33	10 52	15 11	19 28.5	-22 12	1.624	-3.9	10.3	0.96	Ny 16
1.31.	6 35	10 59	15 23	19 55.2	-21 20	1.638	-3.9	10.2	0.97	Ny 15
2.05.	6 35	11 05	15 36	20 21.6	-20 11	1.651	-3.9	10.1	0.97	Ny 13
2.10.	6 34	11 11	15 49	20 47.5	-18 48	1.662	-3.9	10.0	0.98	Ny 12
2.15.	6 32	11 17	16 03	21 12.9	-17 11	1.673	-3.9	10.0	0.98	Ny 11
2.20.	6 28	11 22	16 17	21 37.9	-15 22	1.683	-3.9	9.9	0.99	Ny 10
2.25.	6 23	11 27	16 32	22 02.3	-13 22	1.692	-3.9	9.9	0.99	Ny 9
3.02.	6 17	11 31	16 46	22 26.4	-11 13	1.700	-3.9	9.8	0.99	Ny 7
3.07.	6 11	11 35	17 01	22 50.0	-8 57	1.707	-3.9	9.8	1.00	Ny 6
3.12.	6 03	11 39	17 15	23 13.3	-6 34	1.712	-3.9	9.7	1.00	Ny 5
3.17.	5 56	11 42	17 29	23 36.3	-4 08	1.717	-3.9	9.7	1.00	D 4
3.22.	5 48	11 45	17 43	23 59.1	-1 38	1.721	-3.9	9.7	1.00	D 3
3.27.	5*40	11*48	17*57	0 21.9	+0 53	1.723	-3.9	9.7	1.00	D 2
4.01.	5*32	11*51	18*11	0 44.6	+3 23	1.724	-3.9	9.7	1.00	D 1
4.06.	5*24	11*54	18*25	1 07.4	+5 52	1.725	-3.9	9.7	1.00	K 2
4.11.	5*17	11*58	18*39	1 30.4	+8 18	1.723	-3.9	9.7	1.00	K 3
4.16.	5*10	12*01	18*54	1 53.6	+10 39	1.721	-3.9	9.7	1.00	K 4
4.21.	5*03	12*05	19*08	2 17.2	+12 54	1.717	-3.9	9.7	1.00	K 5
4.26.	4*57	12*09	19*23	2 41.1	+15 01	1.712	-3.9	9.7	0.99	K 7
5.01.	4*52	12*14	19*37	3 05.4	+16 59	1.706	-3.9	9.8	0.99	K 8
5.06.	4*47	12*19	19*52	3 30.2	+18 46	1.698	-3.9	9.8	0.99	K 9
5.11.	4*45	12*25	20*06	3 55.5	+20 21	1.689	-3.9	9.9	0.98	K 11
5.16.	4*43	12*31	20*19	4 21.2	+21 41	1.678	-3.9	9.9	0.98	K 12
5.21.	4*43	12*37	20*32	4 47.3	+22 47	1.666	-3.9	10.0	0.97	K 13
5.26.	4*45	12*44	20*43	5 13.8	+23 36	1.653	-3.9	10.1	0.97	K 15
5.31.	4*49	12*51	20*53	5 40.5	+24 09	1.638	-3.9	10.2	0.96	K 16
6.05.	4*55	12*58	21*01	6 07.3	+24 23	1.621	-3.9	10.3	0.95	K 17
6.10.	5*02	13*05	21*08	6 34.2	+24 20	1.604	-3.9	10.4	0.95	K 19
6.15.	5*11	13*12	21*12	7 00.9	+23 59	1.585	-3.9	10.5	0.94	K 20
6.20.	5*22	13*19	21*15	7 27.3	+23 20	1.564	-3.9	10.7	0.93	K 21
6.25.	5*34	13*25	21*16	7 53.4	+22 25	1.542	-3.9	10.8	0.92	K 23
6.30.	5*47	13*31	21*14	8 19.1	+21 14	1.519	-3.9	11.0	0.91	K 24
7.05.	6*00	13*36	21*12	8 44.3	+19 47	1.495	-3.9	11.2	0.90	K 25
7.10.	6*14	13*41	21*08	9 08.9	+18 08	1.469	-3.9	11.4	0.89	K 26
7.15.	6*28	13*46	21*02	9 33.0	+16 16	1.443	-3.9	11.6	0.88	K 28

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	Δ AU	m	ø "	fázis	E °
	KÖZEI*			0 <sup>h</sup> UT-kor						
7.20.	6°42	13°49	20°56	9 56.5	+14 14	1.415	-3.9	11.8	0.86	K 29
7.25.	6°56	13°53	20°49	10 19.6	+12 03	1.386	-3.9	12.0	0.85	K 30
7.30.	7°09	13°55	20°41	10 42.1	+9 44	1.357	-3.9	12.3	0.84	K 31
8.04.	7°23	13°58	20°32	11 04.3	+7 20	1.326	-3.9	12.6	0.83	K 33
8.09.	7°36	14°00	20°23	11 26.2	+4 50	1.294	-4.0	12.9	0.81	K 34
8.14.	7°49	14°02	20°14	11 47.8	+2 17	1.262	-4.0	13.2	0.80	K 35
8.19.	8°02	14°04	20°04	12 09.2	-0 17	1.229	-4.0	13.6	0.78	K 36
8.24.	8°15	14°05	19°54	12 30.5	-2 52	1.196	-4.0	14.0	0.77	K 37
8.29.	8°28	14°07	19°45	12 51.8	-5 25	1.161	-4.0	14.4	0.75	K 38
9.03.	8°41	14°08	19°35	13 13.2	-7 57	1.127	-4.0	14.8	0.74	K 39
9.08.	8°54	14°10	19°26	13 34.7	-10 24	1.091	-4.0	15.3	0.72	K 40
9.13.	9°07	14°12	19°17	13 56.3	-12 47	1.055	-4.1	15.8	0.70	K 41
9.18.	9°20	14°14	19°08	14 18.3	-15 03	1.019	-4.1	16.4	0.69	K 42
9.23.	9°33	14°17	19°00	14 40.5	-17 11	0.982	-4.1	17.0	0.67	K 43
9.28.	9°46	14°20	18°53	15 02.9	-19 09	0.946	-4.1	17.6	0.65	K 44
10.03.	9°58	14°23	18°47	15 25.7	-20 57	0.908	-4.2	18.4	0.63	K 45
10.08.	10°11	14°26	18°42	15 48.8	-22 33	0.871	-4.2	19.2	0.61	K 45
10.13.	10°22	14°30	18°37	16 12.1	-23 56	0.833	-4.2	20.0	0.59	K 46
10.18.	10°32	14°34	18°34	16 35.5	-25 04	0.795	-4.3	21.0	0.57	K 46
10.23.	10°42	14°37	18°33	16 58.9	-25 58	0.757	-4.3	22.0	0.55	K 47
10.28.	10°49	14°41	18°32	17 22.1	-26 36	0.719	-4.4	23.2	0.53	K 47
11.02.	10 54	14 44	18 33	17 45.0	-26 58	0.681	-4.4	24.5	0.50	K 47
11.07.	10 58	14 46	18 35	18 07.3	-27 05	0.643	-4.4	26.0	0.48	K 47
11.12.	10 58	14 48	18 38	18 28.8	-26 57	0.605	-4.5	27.6	0.45	K 47
11.17.	10 56	14 49	18 41	18 49.3	-26 35	0.567	-4.5	29.4	0.42	K 46
11.22.	10 52	14 48	18 44	19 08.3	-26 01	0.530	-4.6	31.5	0.39	K 46
11.27.	10 45	14 45	18 46	19 25.8	-25 15	0.493	-4.6	33.8	0.35	K 45
12.02.	10 35	14 41	18 47	19 41.2	-24 20	0.458	-4.6	36.5	0.32	K 43
12.07.	10 22	14 34	18 47	19 54.2	-23 17	0.423	-4.7	39.4	0.28	K 41
12.12.	10 06	14 24	18 43	20 04.4	-22 11	0.390	-4.7	42.8	0.24	K 39
12.17.	9 46	14 11	18 36	20 11.3	-21 02	0.359	-4.7	46.4	0.19	K 35
12.22.	9 23	13 54	18 25	20 14.4	-19 54	0.332	-4.6	50.3	0.15	K 31
12.27.	8 57	13 33	18 09	20 13.2	-18 49	0.307	-4.6	54.3	0.10	K 26

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Vénusz napközben: 6.14. 12<sup>h</sup>

A Vénusz naptávolban: 2.22. 02<sup>h</sup> 10.04. 19<sup>h</sup>

## Mars

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	$\Delta$ AU	m	$\phi$ "	fázis	E °
	KÖZEI*			0 <sup>h</sup> UT-kor						
1.01.	4 45	9 10	13 35	16 09.6	−20 52	2.249	1.6	4.2	0.96	Ny 36
1.11.	4 42	9 00	13 19	16 38.9	−22 05	2.183	1.5	4.3	0.96	Ny 40
1.21.	4 37	8 51	13 04	17 08.8	−22 59	2.114	1.5	4.4	0.95	Ny 43
1.31.	4 31	8 42	12 52	17 39.2	−23 33	2.043	1.4	4.6	0.94	Ny 46
2.10.	4 24	8 33	12 42	18 10.0	−23 45	1.970	1.3	4.8	0.94	Ny 49
2.20.	4 14	8 25	12 35	18 41.0	−23 35	1.896	1.3	4.9	0.93	Ny 52
3.02.	4 03	8 16	12 30	19 12.0	−23 02	1.821	1.2	5.1	0.92	Ny 55
3.12.	3 49	8 08	12 26	19 42.8	−22 07	1.747	1.1	5.4	0.91	Ny 58
3.22.	3 33	7 59	12 25	20 13.3	−20 52	1.673	1.0	5.6	0.90	Ny 61
4.01.	3*15	7*49	12*24	20 43.4	−19 18	1.599	0.9	5.9	0.90	Ny 63
4.11.	2*56	7*39	12*23	21 13.0	−17 26	1.527	0.8	6.1	0.89	Ny 66
4.21.	2*35	7*29	12*23	21 42.0	−15 20	1.457	0.7	6.4	0.88	Ny 68
5.01.	2*13	7*18	12*23	22 10.3	−13 01	1.388	0.6	6.8	0.87	Ny 71
5.11.	1*50	7*06	12*23	22 38.1	−10 33	1.320	0.5	7.1	0.86	Ny 73
5.21.	1*26	6*54	12*23	23 05.4	−7 58	1.255	0.4	7.5	0.86	Ny 76
5.31.	1*02	6*41	12*22	23 32.1	−5 19	1.191	0.3	7.9	0.85	Ny 78
6.10.	0*37	6*28	12*20	23 58.2	−2 40	1.129	0.2	8.3	0.85	Ny 81
6.20.	0*12	6*14	12*18	0 23.8	−0 02	1.069	0.1	8.8	0.84	Ny 83
6.30.	23*44	6*00	12*14	0 48.9	+2 30	1.010	0.0	9.3	0.84	Ny 86
7.10.	23*18	5*45	12*10	1 13.3	+4 55	0.952	−0.2	9.8	0.84	Ny 89
7.20.	22*52	5*29	12*04	1 36.9	+7 11	0.896	−0.3	10.5	0.84	Ny 92
7.30.	22*26	5*12	11*57	1 59.5	+9 14	0.840	−0.4	11.2	0.84	Ny 96
8.09.	21*59	4*54	11*47	2 20.8	+11 04	0.785	−0.6	11.9	0.85	Ny 100
8.19.	21*32	4*34	11*34	2 40.2	+12 38	0.731	−0.8	12.8	0.85	Ny 105
8.29.	21*03	4*12	11*18	2 57.3	+13 58	0.678	−1.0	13.8	0.87	Ny 110
9.08.	20*32	3*46	10*57	3 11.2	+15 01	0.627	−1.2	14.9	0.88	Ny 116
9.18.	19*58	3*17	10*32	3 21.0	+15 49	0.580	−1.4	16.2	0.90	Ny 123
9.28.	19*21	2*42	9*59	3 25.9	+16 21	0.537	−1.6	17.4	0.93	Ny 132
10.08.	18*39	2*02	9*20	3 24.9	+16 37	0.501	−1.8	18.7	0.95	Ny 142
10.18.	17*52	1*16	8*34	3 17.9	+16 37	0.476	−2.1	19.7	0.97	Ny 153
10.28.	17*02	0*24	7*41	3 05.9	+16 21	0.464	−2.2	20.2	0.99	Ny 166
11.07.	16 11	23 25	6 45	2 51.2	+15 55	0.470	−2.3	20.0	1.00	Ny 179
11.17.	15 20	22 32	5 50	2 37.4	+15 28	0.493	−2.1	19.0	0.99	K 167
11.27.	14 32	21 43	4 59	2 27.3	+15 10	0.533	−1.8	17.6	0.98	K 155
12.07.	13 48	21 00	4 15	2 22.4	+15 11	0.588	−1.4	15.9	0.96	K 143
12.17.	13 08	20 21	3 38	2 22.9	+15 32	0.656	−1.1	14.3	0.94	K 133
12.27.	12 31	19 48	3 07	2 28.3	+16 12	0.733	−0.8	12.8	0.92	K 125

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Mars napközben: 7.17. 16<sup>h</sup>

A Mars földközben: 10.30. 03<sup>h</sup> 0.4641 AU



### A Mars centrálmeridiánjának hosszúsága (fok)

nap 0 <sup>h</sup> UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	253	311	39	95	160	214	278	336	40	121	204	298
2.	243	302	29	85	150	204	269	327	30	112	195	289
3.	233	292	19	76	140	194	259	317	21	103	186	280
4.	224	282	9	66	130	184	249	307	12	94	177	271
5.	214	272	0	56	120	174	239	298	2	84	169	262
6.	204	263	350	46	111	164	229	288	353	75	160	253
7.	194	253	340	36	101	154	220	279	343	66	151	244
8.	185	243	330	26	91	145	210	269	334	57	142	235
9.	175	233	320	17	81	135	200	259	325	48	133	226
10.	165	224	311	7	71	125	190	250	315	39	125	216
11.	156	214	301	357	61	115	181	240	306	30	116	207
12.	146	204	291	347	51	105	171	230	296	21	107	198
13.	136	195	281	337	41	95	161	221	287	12	98	189
14.	126	185	272	327	32	85	151	211	278	3	89	180
15.	117	175	262	318	22	76	141	202	268	354	81	171
16.	107	165	252	308	12	66	132	192	259	345	72	161
17.	97	156	242	298	2	56	122	183	250	337	63	152
18.	87	146	232	288	352	46	112	173	241	328	54	143
19.	78	136	223	278	342	36	103	163	231	319	45	134
20.	68	126	213	268	332	26	93	154	222	310	36	124
21.	58	117	203	259	322	17	83	144	213	301	27	115
22.	49	107	193	249	312	7	73	135	203	292	19	106
23.	39	97	184	239	303	357	64	125	194	283	10	97
24.	29	87	174	229	293	347	54	116	185	274	1	87
25.	19	78	164	219	283	337	44	106	176	266	352	78
26.	10	68	154	209	273	327	35	97	167	257	343	69
27.	0	58	144	199	263	318	25	87	157	248	334	59
28.	350	48	135	190	253	308	15	78	148	239	325	50
29.	341		125	180	243	298	5	68	139	230	316	41
30.	331		115	170	233	288	356	59	130	221	307	31
31.	321		105		224		346	49		213		22

### A centrálmeridián hosszúságváltozása

óra	"	óra	"	óra	"
1	14.6	9	131.4	17	248.3
2	29.2	10	146.0	18	262.9
3	43.8	11	160.6	19	277.5
4	58.4	12	175.2	20	292.1
5	73.0	13	189.9	21	306.7
6	87.6	14	204.5	22	321.3
7	102.2	15	219.1	23	335.9
8	116.8	16	233.7	24	350.5

## Jupiter

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	Δ AU	m	φ "	E °
	KÖZEI*					0 <sup>h</sup> UT-kor			
1.01.	0 28	6 06	11 44	13 05.7	-5 36	5.479	-2.0	36.0	Ny 83
1.11.	23 49	5 30	11 07	13 08.8	-5 52	5.318	-2.0	37.1	Ny 93
1.21.	23 13	4 52	10 28	13 10.9	-6 02	5.158	-2.1	38.2	Ny 102
1.31.	22 34	4 14	9 50	13 11.8	-6 04	5.004	-2.2	39.4	Ny 112
2.10.	21 54	3 34	9 11	13 11.5	-6 00	4.860	-2.2	40.6	Ny 123
2.20.	21 12	2 54	8 31	13 10.0	-5 48	4.732	-2.3	41.7	Ny 133
3.02.	20 29	2 12	7 50	13 07.5	-5 31	4.625	-2.4	42.6	Ny 144
3.12.	19 45	1 29	7 09	13 04.0	-5 07	4.541	-2.4	43.4	Ny 155
3.22.	18 59	0 45	6 27	12 59.8	-4 40	4.485	-2.4	44.0	Ny 166
4.01.	18*13	0*02	5*46	12 55.2	-4 10	4.459	-2.5	44.2	Ny 177
4.11.	17*27	23*13	5*04	12 50.4	-3 41	4.463	-2.5	44.2	K 172
4.21.	16*41	22*29	4*22	12 45.9	-3 13	4.498	-2.4	43.8	K 161
5.01.	15*56	21*46	3*40	12 41.9	-2 49	4.561	-2.4	43.2	K 150
5.11.	15*12	21*04	2*59	12 38.7	-2 31	4.649	-2.3	42.4	K 139
5.21.	14*30	20*22	2*19	12 36.4	-2 19	4.760	-2.3	41.4	K 129
5.31.	13*49	19*42	1*38	12 35.2	-2 14	4.888	-2.2	40.3	K 119
6.10.	13*10	19*02	0*59	12 35.1	-2 16	5.029	-2.2	39.2	K 110
6.20.	12*32	18*24	0*20	12 36.1	-2 25	5.179	-2.1	38.1	K 100
6.30.	11*56	17*47	23*38	12 38.2	-2 41	5.333	-2.0	37.0	K 92
7.10.	11*22	17*11	23*00	12 41.2	-3 03	5.488	-2.0	35.9	K 83
7.20.	10*48	16*35	22*22	12 45.1	-3 30	5.640	-1.9	35.0	K 74
7.30.	10*16	16*01	21*45	12 49.8	-4 02	5.786	-1.9	34.1	K 66
8.09.	9*45	15*27	21*09	12 55.2	-4 39	5.922	-1.8	33.3	K 58
8.19.	9*14	14*54	20*33	13 01.3	-5 18	6.047	-1.8	32.6	K 50
8.29.	8*45	14*21	19*57	13 07.9	-6 00	6.158	-1.7	32.0	K 42
9.08.	8*16	13*49	19*21	13 15.0	-6 45	6.253	-1.7	31.5	K 34
9.18.	7*47	13*17	18*46	13 22.4	-7 31	6.330	-1.7	31.1	K 27
9.28.	7*19	12*45	18*11	13 30.2	-8 18	6.388	-1.7	30.9	K 19
10.08.	6*51	12*14	17*36	13 38.2	-9 05	6.425	-1.7	30.7	K 11
10.18.	6*24	11*43	17*01	13 46.4	-9 52	6.442	-1.7	30.6	K 4
10.28.	5*56	11*12	16*27	13 54.7	-10 38	6.437	-1.7	30.6	Ny 4
11.07.	5 29	10 41	15 52	14 03.0	-11 23	6.411	-1.7	30.8	Ny 12
11.17.	5 01	10 09	15 18	14 11.2	-12 07	6.363	-1.7	31.0	Ny 20
11.27.	4 33	9 38	14 43	14 19.3	-12 48	6.295	-1.7	31.3	Ny 28
12.07.	4 04	9 07	14 09	14 27.1	-13 26	6.207	-1.7	31.8	Ny 36
12.17.	3 35	8 35	13 34	14 34.5	-14 01	6.101	-1.8	32.3	Ny 44
12.27.	3 05	8 02	12 59	14 41.5	-14 33	5.978	-1.8	33.0	Ny 53

\*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Jupiter naptávolban: 4.14. 22<sup>h</sup>

A Jupiter földközben: 4.04. 14<sup>h</sup> 4.4566 AU

**A Jupiter centrálmeridiánjának hosszúsága (fok) I. rsz.**

nap 0 <sup>h</sup> UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	65	281	25	245	305	160	213	63	270	320	168	220
2.	223	79	183	43	103	317	11	220	68	118	326	18
3.	21	237	341	201	261	115	169	18	226	276	124	175
4.	179	35	139	359	59	273	327	176	23	73	281	333
5.	337	193	298	157	216	71	124	333	181	231	79	131
6.	135	351	96	315	14	229	282	131	339	29	237	288
7.	293	149	254	113	172	27	80	289	136	186	34	86
8.	91	307	52	271	330	184	238	86	294	344	192	244
9.	249	105	210	69	128	342	35	244	92	142	350	42
10.	47	263	8	227	286	140	193	42	249	299	148	200
11.	204	61	166	25	84	298	351	199	47	97	305	357
12.	2	219	324	183	242	96	148	357	205	255	103	155
13.	160	17	122	341	40	253	306	155	2	52	261	313
14.	318	175	280	139	198	51	104	312	160	210	58	111
15.	116	333	78	297	356	209	262	110	318	8	216	268
16.	274	131	236	95	154	7	59	268	115	165	14	66
17.	72	289	34	253	312	165	217	65	273	323	172	224
18.	230	87	192	51	109	322	15	223	71	121	329	22
19.	28	245	350	209	267	120	172	21	228	278	127	179
20.	186	43	148	7	65	278	330	178	26	76	285	337
21.	344	201	306	165	223	76	128	336	184	234	82	135
22.	142	359	104	323	21	234	286	134	341	31	240	293
23.	300	157	262	121	179	31	83	291	139	189	38	91
24.	98	315	60	279	337	189	241	89	297	347	196	248
25.	256	113	218	77	135	347	39	247	94	144	353	46
26.	53	271	16	235	293	145	196	44	252	302	151	204
27.	211	69	174	33	90	302	354	202	50	100	309	2
28.	9	227	332	191	248	100	152	0	207	257	107	160
29.	167		131	349	46	258	309	157	5	55	264	317
30.	325		289	147	204	56	107	315	163	213	62	115
31.	123		87		2		265	113		11		273

**A centrálmeridián hosszúságváltozása (fok)**

óra	perc					
	0	10	20	30	40	50
0	0.0	6.1	12.2	18.3	24.4	30.5
1	36.6	42.7	48.8	54.9	61.0	67.1
2	73.2	79.3	85.4	91.5	97.5	103.6
3	109.7	115.8	121.9	128.0	134.1	140.2
4	146.3	152.4	158.5	164.6	170.7	176.8
5	182.9	189.0	195.1	201.2	207.3	213.4
6	219.5	225.6	231.7	237.8	243.9	250.0
7	256.1	262.2	268.3	274.4	280.5	286.6
8	292.7	298.8	304.9	311.0	317.0	323.1
9	329.2	335.3	341.4	347.5	353.6	359.7

**A Jupiter centrálmeridiánjának hosszúsága (fok) II. rsz.**

nap 0 <sup>h</sup> UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	146	125	15	358	189	168	353	325	297	117	89	272
2.	296	275	166	149	340	318	143	115	87	268	239	62
3.	86	66	316	299	130	108	293	265	237	58	29	212
4.	236	216	107	89	280	258	83	55	27	208	179	2
5.	27	6	257	240	71	49	233	205	177	358	329	152
6.	177	157	47	30	221	199	23	356	327	148	119	302
7.	327	307	198	181	11	349	173	146	117	298	269	92
8.	118	97	348	331	161	139	323	296	267	88	59	242
9.	268	248	139	121	312	289	113	86	57	238	210	33
10.	58	38	289	272	102	79	264	236	207	28	0	183
11.	208	189	79	62	252	230	54	26	357	178	150	333
12.	359	339	230	212	43	20	204	176	147	328	300	123
13.	149	129	20	3	193	170	354	326	297	118	90	273
14.	299	280	171	153	343	320	144	116	87	268	240	63
15.	90	70	321	304	134	110	294	266	237	58	30	213
16.	240	220	112	94	284	261	84	56	27	208	180	4
17.	30	11	262	244	74	51	234	206	177	358	330	154
18.	180	161	52	35	224	201	24	356	327	148	120	304
19.	331	312	203	185	15	351	174	146	117	298	270	94
20.	121	102	353	335	165	141	324	296	267	88	60	244
21.	271	252	144	126	315	291	115	86	57	238	211	34
22.	62	43	294	276	105	81	265	236	207	28	1	184
23.	212	193	84	67	256	232	55	26	357	178	151	335
24.	2	343	235	217	46	22	205	176	147	329	301	125
25.	153	134	25	7	196	172	355	326	297	119	91	275
26.	303	284	176	158	346	322	145	116	87	269	241	65
27.	93	75	326	308	137	112	295	266	237	59	31	215
28.	244	225	116	98	287	262	85	56	27	209	181	5
29.	34		267	249	77	52	235	206	177	359	331	156
30.	184		57	39	227	203	25	356	327	149	122	306
31.	335		208		17		175	147		299		96

**A centrálmeridián hosszúságváltozása (fok)**

óra	perc					
	0	10	20	30	40	50
0	0.0	6.0	12.1	18.1	24.2	30.2
1	36.3	42.3	48.4	54.4	60.5	66.5
2	72.5	78.5	84.6	90.6	96.7	102.7
3	108.8	114.8	120.9	126.9	133.0	139.0
4	145.1	151.1	157.2	163.2	169.3	175.3
5	181.3	187.3	193.4	199.4	205.5	211.5
6	217.6	223.6	229.7	235.7	241.8	247.8
7	253.8	259.8	265.9	271.9	278.0	284.0
8	290.1	296.1	302.2	308.2	314.3	320.3
9	326.4	332.4	338.5	344.5	350.5	356.6



## Szaturnusz

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° ' "	Δ AU	m	ø "	b "	E °
	KÖZEI*			0 <sup>h</sup> UT-kor						
1.01.	17 02	0 49	8 31	7 47.5	+21 08	8.102	-0.3	20.5	-21.1	Ny 166
1.11.	16 18	0 06	7 49	7 44.1	+21 18	8.077	-0.4	20.6	-21.4	Ny 177
1.21.	15 35	23 19	7 07	7 40.6	+21 27	8.084	-0.3	20.6	-21.6	K 172
1.31.	14 51	22 36	6 26	7 37.3	+21 36	8.122	-0.3	20.5	-21.7	K 161
2.10.	14 08	21 54	5 44	7 34.3	+21 44	8.191	-0.2	20.3	-21.7	K 150
2.20.	13 26	21 12	5 03	7 31.8	+21 51	8.286	-0.2	20.1	-21.6	K 140
3.02.	12 44	20 31	4 22	7 29.9	+21 56	8.405	-0.1	19.8	-21.4	K 129
3.12.	12 03	19 51	3 42	7 28.7	+21 59	8.542	0.0	19.5	-21.1	K 119
3.22.	11 23	19 11	3 02	7 28.3	+22 01	8.694	0.0	19.1	-20.7	K 109
4.01.	10*45	18*32	2*23	7 28.7	+22 01	8.856	0.1	18.8	-20.4	K 99
4.11.	10*07	17*54	1*45	7 29.9	+21 59	9.021	0.1	18.4	-19.9	K 90
4.21.	9*30	17*17	1*07	7 31.8	+21 56	9.187	0.1	18.1	-19.5	K 80
5.01.	8*53	16*40	0*30	7 34.4	+21 51	9.348	0.2	17.8	-19.1	K 71
5.11.	8*18	16*04	23*50	7 37.6	+21 44	9.501	0.2	17.5	-18.6	K 62
5.21.	7*43	15*28	23*13	7 41.3	+21 36	9.641	0.2	17.2	-18.1	K 53
5.31.	7*09	14*53	22*37	7 45.5	+21 27	9.767	0.2	17.0	-17.7	K 45
6.10.	6*35	14*18	22*02	7 50.1	+21 16	9.875	0.2	16.8	-17.3	K 36
6.20.	6*02	13*44	21*26	7 55.0	+21 03	9.963	0.2	16.7	-17.0	K 28
6.30.	5*29	13*10	20*51	8 00.2	+20 50	10.031	0.2	16.6	-16.6	K 20
7.10.	4*56	12*36	20*15	8 05.5	+20 35	10.075	0.2	16.5	-16.3	K 11
7.20.	4*24	12*02	19*40	8 10.8	+20 20	10.096	0.2	16.5	-16.0	K 3
7.30.	3*51	11*28	19*04	8 16.2	+20 03	10.094	0.2	16.5	-15.7	Ny 5
8.09.	3*19	10*54	18*29	8 21.6	+19 47	10.068	0.2	16.5	-15.4	Ny 13
8.19.	2*46	10*20	17*53	8 26.7	+19 30	10.018	0.3	16.6	-15.2	Ny 22
8.29.	2*13	9*45	17*17	8 31.7	+19 14	9.945	0.3	16.7	-15.0	Ny 30
9.08.	1*40	9*11	16*41	8 36.4	+18 58	9.852	0.3	16.9	-14.9	Ny 39
9.18.	1*06	8*36	16*05	8 40.8	+18 43	9.739	0.4	17.1	-14.8	Ny 48
9.28.	0*32	8*00	15*28	8 44.7	+18 29	9.609	0.4	17.3	-14.8	Ny 56
10.08.	23*54	7*24	14*51	8 48.1	+18 17	9.465	0.4	17.6	-14.8	Ny 65
10.18.	23*18	6*48	14*14	8 51.0	+18 07	9.310	0.3	17.9	-14.9	Ny 75
10.28.	22*41	6*11	13*36	8 53.2	+18 00	9.147	0.3	18.2	-15.0	Ny 84
11.07.	22 04	5 33	12 58	8 54.8	+17 55	8.982	0.3	18.5	-15.1	Ny 94
11.17.	21 25	4 54	12 19	8 55.6	+17 53	8.819	0.2	18.8	-15.3	Ny 103
11.27.	20 46	4 15	11 40	8 55.6	+17 55	8.662	0.2	19.2	-15.7	Ny 114
12.07.	20 05	3 35	11 01	8 54.9	+17 59	8.517	0.1	19.5	-16.0	Ny 124
12.17.	19 24	2 54	10 20	8 53.5	+18 06	8.389	0.1	19.8	-16.4	Ny 134
12.27.	18 42	2 13	9 40	8 51.4	+18 16	8.282	0.0	20.1	-16.8	Ny 145

\*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

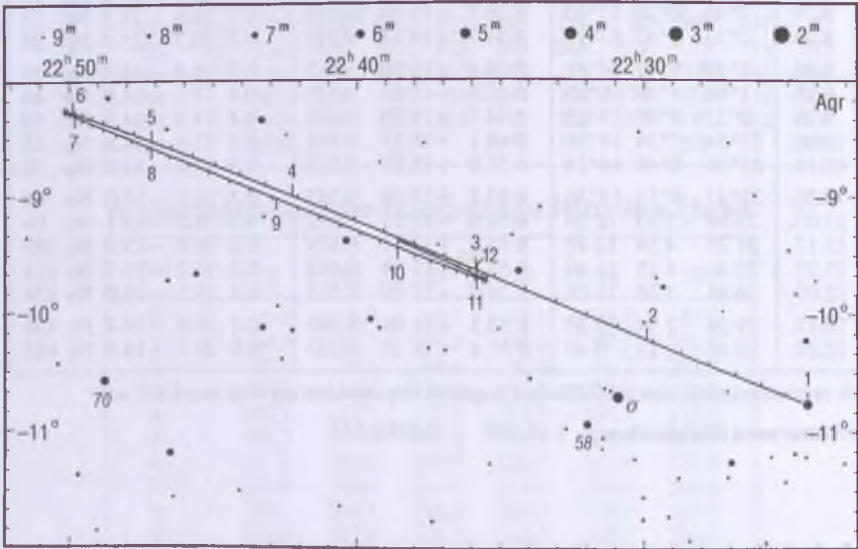
A Szaturnusz földközelen: 1.13. 19<sup>h</sup> 8.0756 AU

Uránusz

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m	RA h m	D ° '	Δ AU	m	ø "	E °
KÖZEI* 0 <sup>h</sup> UT-kor							
1.01.	10 08 15 23 20 38	22 24.3	−10 46	20.631	5.9	3.4	K 53
1.21.	8 52 14 08 19 24	22 27.7	−10 26	20.870	5.9	3.4	K 34
2.10.	7 35 12 53 18 11	22 31.8	−10 02	21.014	5.9	3.4	K 15
3.02.	6 19 11 39 16 59	22 36.1	−9 37	21.049	5.9	3.3	Ny 5
3.22.	5 03 10 24 15 46	22 40.3	−9 12	20.973	5.9	3.4	Ny 23
4.11.	3*46 9*10 14*33	22 44.1	−8 49	20.796	5.9	3.4	Ny 42
5.01.	2*29 7*54 13*19	22 47.1	−8 32	20.537	5.9	3.4	Ny 61
5.21.	1*12 6*37 12*03	22 49.2	−8 20	20.224	5.9	3.5	Ny 80
6.10.	23*50 5*20 10*46	22 50.1	−8 15	19.891	5.8	3.5	Ny 98
6.30.	22*31 4*01 9*27	22 49.9	−8 18	19.575	5.8	3.6	Ny 118
7.20.	21*11 2*41 8*06	22 48.5	−8 27	19.311	5.8	3.6	Ny 137
8.09.	19*52 1*20 6*44	22 46.1	−8 41	19.133	5.7	3.7	Ny 157
8.29.	18*31 23*54 5*21	22 43.3	−8 59	19.061	5.7	3.7	Ny 177
9.18.	17*11 22*33 3*58	22 40.3	−9 16	19.108	5.7	3.7	K 163
10.08.	15*51 21*11 2*36	22 37.8	−9 31	19.268	5.8	3.7	K 143
10.28.	14*32 19*51 1*15	22 36.1	−9 41	19.523	5.8	3.6	K 122
11.17.	13 13 18 32 23 51	22 35.5	−9 43	19.842	5.8	3.6	K 102
12.07.	11 54 17 14 22 34	22 36.2	−9 39	20.186	5.9	3.5	K 82
12.27.	10 37 15 57 21 18	22 38.1	−9 26	20.514	5.9	3.4	K 62

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

Az Uránusz földközelen: 8.31. 05<sup>h</sup> 19.0604 AU

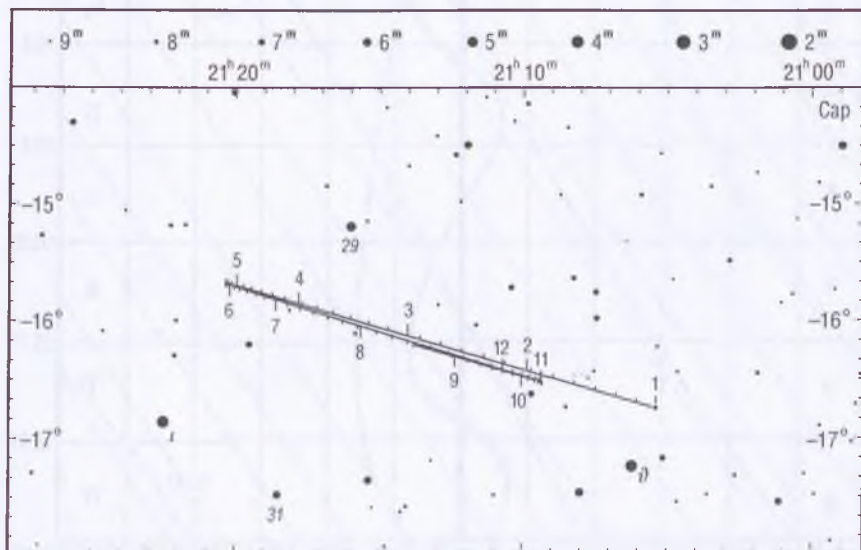


## Neptunusz

dátum	kel, delel, nyugszik			RA h m	D ° '	$\Delta$ AU	0 <sup>h</sup> UT-kor			
	h m	h m	h m				m	ø "	E °	
	KÖZEI*									
1.01.	9 18	14 04	18 51	21 05.4	−16 46	30.884	8.0	2.2	K	33
1.21.	8 01	12 49	17 36	21 08.2	−16 33	31.022	8.0	2.2	K	14
2.10.	6 45	11 33	16 21	21 11.2	−16 20	31.046	8.0	2.2	Ny	6
3.02.	5 28	10 17	15 07	21 14.1	−16 08	30.957	8.0	2.2	Ny	25
3.22.	4 11	9 01	13 51	21 16.7	−15 56	30.763	8.0	2.2	Ny	45
4.11.	2*53	7*44	12*35	21 18.7	−15 47	30.489	7.9	2.2	Ny	64
5.01.	1*36	6*27	11*18	21 19.9	−15 42	30.166	7.9	2.3	Ny	83
5.21.	0*17	5*09	10*00	21 20.3	−15 40	29.828	7.9	2.3	Ny	102
6.10.	22*54	3*50	8*41	21 19.9	−15 43	29.516	7.9	2.3	Ny	122
6.30.	21*35	2*30	7*21	21 18.7	−15 49	29.264	7.9	2.3	Ny	141
7.20.	20*15	1*09	6*00	21 16.9	−15 57	29.101	7.8	2.3	Ny	161
8.09.	18*55	23*45	4*38	21 14.8	−16 07	29.047	7.8	2.4	K	180
8.29.	17*35	22*24	3*16	21 12.7	−16 17	29.110	7.8	2.3	K	160
9.18.	16*16	21*03	1*55	21 10.9	−16 25	29.283	7.9	2.3	K	140
10.08.	14*56	19*44	0*35	21 09.7	−16 30	29.546	7.9	2.3	K	120
10.28.	13*37	18*25	23*12	21 09.3	−16 32	29.868	7.9	2.3	K	100
11.17.	12 19	17 07	21 54	21 09.8	−16 30	30.211	7.9	2.3	K	80
12.07.	11 01	15 49	20 37	21 11.2	−16 24	30.534	7.9	2.2	K	60
12.27.	9 44	14 33	19 22	21 13.3	−16 15	30.799	8.0	2.2	K	40

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Neptunusz földközeli: 8.08. 05<sup>h</sup> 29.0472 AU



## Plútó

dátum	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	RA h m s	D " ' "	$\Delta$ AU	m	$\phi$ "	E "
	KÖZEI*			0 <sup>h</sup> UT-kor					
1.01.	5 36	10 30	15 24	17 29 52	-15 11 53	31.817	14.0	0.1	Ny 20
1.21.	4 20	9 14	14 08	17 32 40	-15 13 23	31.666	14.0	0.1	Ny 38
2.10.	3 04	7 57	12 51	17 34 57	-15 12 57	31.425	13.9	0.1	Ny 58
3.02.	1 46	6 40	11 34	17 36 29	-15 10 56	31.121	13.9	0.1	Ny 77
3.22.	0 28	5 22	10 17	17 37 10	-15 07 55	30.791	13.9	0.1	Ny 97
4.11.	23*05	4*04	8*58	17 36 57	-15 04 31	30.476	13.9	0.1	Ny 116
5.01.	21*45	2*44	7*39	17 35 55	-15 01 25	30.213	13.9	0.1	Ny 136
5.21.	20*25	1*24	6*18	17 34 14	-14 59 15	30.033	13.8	0.1	Ny 155
6.10.	19*04	0*03	4*58	17 32 10	-14 58 30	29.959	13.8	0.1	Ny 171
6.30.	17*43	22*38	3*37	17 30 01	-14 59 30	30.000	13.8	0.1	K 162
7.20.	16*23	21*18	2*16	17 28 07	-15 02 24	30.151	13.9	0.1	K 144
8.09.	15*03	19*58	0*56	17 26 45	-15 07 08	30.395	13.9	0.1	K 125
8.29.	13*45	18*38	23*32	17 26 07	-15 13 23	30.705	13.9	0.1	K 106
9.18.	12*27	17*20	22*13	17 26 21	-15 20 44	31.047	13.9	0.1	K 87
10.08.	11*10	16*02	20*55	17 27 26	-15 28 33	31.382	13.9	0.1	K 68
10.28.	9*54	14*46	19*38	17 29 20	-15 36 10	31.674	14.0	0.1	K 48
11.17.	8 38	13 30	18 21	17 31 51	-15 42 58	31.890	14.0	0.1	K 29
12.07.	7 23	12 14	17 05	17 34 47	-15 48 23	32.006	14.0	0.1	K 12
12.27.	6 08	10 58	15 49	17 37 51	-15 52 02	32.008	14.0	0.1	Ny 13

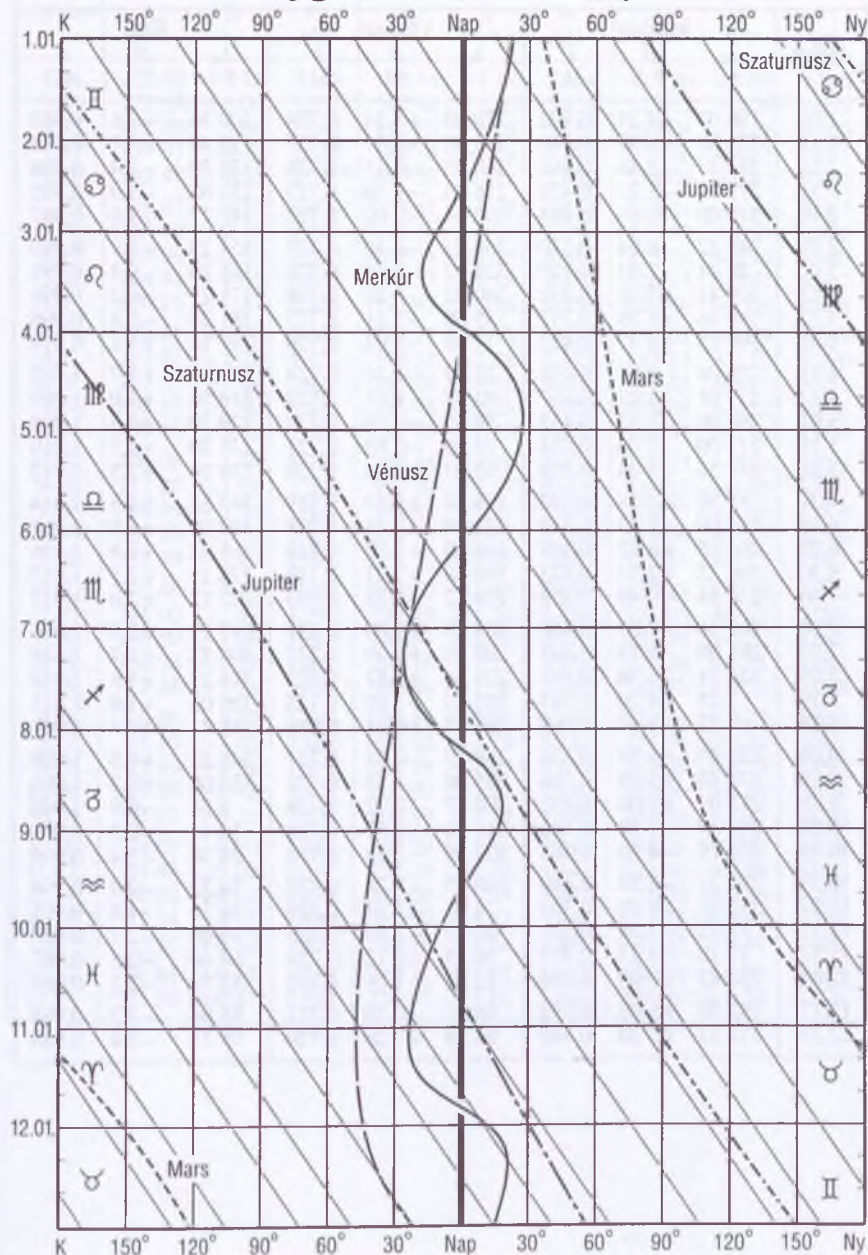
\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Plútó földközeli: 6.12. 22<sup>h</sup> 29.9579 AU





## A bolygók kitérése a Naptól



## A bolygók ekliptikai koordinátái

dátum	Merkúr			Vénusz			Föld		
	$\lambda_e$ ° ' "	$\beta$ ° ' "	$r$ AU	$\lambda_e$ ° ' "	$\beta$ ° ' "	$r$ AU	$\lambda_e$ ° ' "	$\beta$ " "	$r$ AU
1.01.	190 07	+4 21	0.402	229 05	+1 34	0.724	100 36	-2.8	0.983
1.11.	223 05	+0 39	0.446	245 02	+0 41	0.725	110 48	-1.7	0.983
1.21.	251 27	-2 46	0.466	260 55	-0 15	0.726	120 59	-2.4	0.984
1.31.	279 13	-5 27	0.458	276 45	-1 10	0.727	131 09	-1.9	0.985
2.10.	310 00	-6 56	0.424	292 34	-2 00	0.728	141 17	-1.0	0.987
2.20.	348 22	-6 04	0.370	308 23	-2 40	0.728	151 23	-1.7	0.989
3.02.	39 41	-1 03	0.319	324 12	-3 08	0.728	161 26	-0.4	0.991
3.12.	101 41	+5 38	0.312	340 02	-3 22	0.728	171 27	-0.2	0.994
3.22.	156 46	+6 39	0.357	355 55	-3 21	0.727	181 24	-0.4	0.996
4.01.	197 25	+3 37	0.413	11 50	-3 04	0.726	191 18	+1.1	0.999
4.11.	229 04	-0 05	0.453	27 47	-2 34	0.724	201 08	+0.7	1.002
4.21.	257 01	-3 23	0.467	43 47	-1 51	0.723	210 56	+1.0	1.005
5.01.	285 06	-5 52	0.453	59 49	-0 59	0.722	220 39	+2.3	1.008
5.11.	317 00	-7 00	0.414	75 55	-0 03	0.721	230 20	+1.5	1.010
5.21.	357 36	-5 26	0.358	92 03	+0 54	0.720	239 59	+2.3	1.012
5.31.	51 50	+0 26	0.313	108 14	+1 47	0.719	249 35	+2.8	1.014
6.10.	114 00	+6 23	0.318	124 28	+2 31	0.718	259 09	+2.0	1.015
6.20.	166 05	+6 12	0.369	140 43	+3 03	0.718	268 42	+2.9	1.016
6.30.	204 22	+2 51	0.423	156 58	+3 21	0.719	278 15	+2.5	1.017
7.10.	234 54	-0 48	0.458	173 12	+3 22	0.720	287 47	+2.0	1.017
7.20.	262 36	-3 57	0.466	189 23	+3 08	0.721	297 19	+2.8	1.016
7.30.	291 08	-6 14	0.447	205 31	+2 39	0.722	306 52	+1.7	1.015
8.09.	324 21	-6 58	0.403	221 34	+1 57	0.723	316 27	+1.6	1.014
8.19.	7 25	-4 36	0.347	237 33	+1 07	0.725	326 03	+1.8	1.012
8.29.	64 22	+1 57	0.309	253 27	+0 11	0.726	335 41	+0.4	1.010
9.08.	125 49	+6 50	0.326	269 19	-0 45	0.727	345 22	+0.8	1.008
9.18.	174 48	+5 39	0.380	285 08	-1 37	0.728	355 06	+0.3	1.005
9.28.	211 01	+2 06	0.432	300 57	-2 22	0.728	4 54	-0.9	1.002
10.08.	240 37	-1 30	0.462	316 46	-2 57	0.728	14 44	-0.3	0.999
10.18.	268 13	-4 30	0.465	332 36	-3 18	0.728	24 38	-1.4	0.996
10.28.	297 21	-6 33	0.440	348 27	-3 24	0.727	34 35	-2.0	0.994
11.07.	332 07	-6 48	0.392	4 21	-3 14	0.726	44 36	-1.4	0.991
11.17.	17 52	-3 34	0.336	20 17	-2 50	0.725	54 40	-2.7	0.989
11.27.	77 10	+3 23	0.307	36 15	-2 12	0.724	64 46	-2.5	0.987
12.07.	137 02	+7 00	0.336	52 17	-1 24	0.722	74 54	-2.2	0.985
12.17.	182 58	+5 00	0.392	68 21	-0 30	0.721	85 04	-3.3	0.984
12.27.	217 23	+1 20	0.440	84 28	+0 28	0.720	95 15	-2.4	0.983

dátum	Mars			Jupiter			Szaturnusz		
	$\lambda_e$ ° ' "	$\beta$ ° ' "	$r$ AU	$\lambda_e$ ° ' "	$\beta$ ° ' "	$r$ AU	$\lambda_e$ ° ' "	$\beta$ ° ' "	$r$ AU
1.01.	222 30	+0 14	1.569	186 54	+1 18	5.454	113 20	-0 01	9.058
1.11.	227 28	+0 04	1.557	187 40	+1 18	5.454	113 42	+0 00	9.059
1.21.	232 30	-0 06	1.544	188 25	+1 18	5.455	114 04	+0 01	9.060
1.31.	237 37	-0 16	1.532	189 10	+1 18	5.455	114 26	+0 02	9.061
2.10.	242 49	-0 26	1.519	189 55	+1 18	5.456	114 49	+0 03	9.062
2.20.	248 07	-0 35	1.506	190 41	+1 18	5.456	115 11	+0 04	9.063
3.02.	253 30	-0 45	1.493	191 26	+1 18	5.456	115 33	+0 05	9.064
3.12.	258 59	-0 55	1.480	192 11	+1 18	5.456	115 55	+0 06	9.066
3.22.	264 34	-1 04	1.467	192 57	+1 18	5.456	116 17	+0 07	9.067
4.01.	270 15	-1 12	1.455	193 42	+1 18	5.456	116 40	+0 08	9.068
4.11.	276 01	-1 20	1.443	194 27	+1 18	5.457	117 02	+0 09	9.069
4.21.	281 52	-1 28	1.432	195 12	+1 18	5.457	117 24	+0 10	9.070
5.01.	287 49	-1 34	1.422	195 58	+1 18	5.456	117 46	+0 11	9.071
5.11.	293 51	-1 40	1.413	196 43	+1 18	5.456	118 08	+0 12	9.073
5.21.	299 58	-1 45	1.404	197 28	+1 18	5.456	118 30	+0 13	9.074
5.31.	306 08	-1 48	1.397	198 14	+1 18	5.456	118 53	+0 14	9.075
6.10.	312 22	-1 50	1.391	198 59	+1 17	5.456	119 15	+0 15	9.077
6.20.	318 39	-1 51	1.387	199 44	+1 17	5.455	119 37	+0 16	9.078
6.30.	324 58	-1 50	1.384	200 29	+1 17	5.455	119 59	+0 17	9.079
7.10.	331 19	-1 49	1.382	201 15	+1 17	5.455	120 21	+0 17	9.081
7.20.	337 40	-1 45	1.381	202 00	+1 17	5.454	120 43	+0 18	9.082
7.30.	344 00	-1 41	1.382	202 45	+1 16	5.454	121 05	+0 19	9.083
8.09.	350 20	-1 35	1.385	203 31	+1 16	5.453	121 28	+0 20	9.085
8.19.	356 38	-1 29	1.389	204 16	+1 16	5.453	121 50	+0 21	9.086
8.29.	2 54	-1 21	1.394	205 01	+1 16	5.452	122 12	+0 22	9.088
9.08.	9 06	-1 12	1.401	205 47	+1 15	5.451	122 34	+0 23	9.089
9.18.	15 15	-1 03	1.408	206 32	+1 15	5.451	122 56	+0 24	9.091
9.28.	21 19	-0 52	1.417	207 18	+1 15	5.450	123 18	+0 25	9.092
10.08.	27 18	-0 42	1.427	208 03	+1 15	5.449	123 40	+0 26	9.094
10.18.	33 12	-0 31	1.437	208 48	+1 14	5.448	124 02	+0 27	9.095
10.28.	39 01	-0 20	1.449	209 34	+1 14	5.447	124 24	+0 28	9.097
11.07.	44 45	-0 09	1.461	210 19	+1 14	5.446	124 46	+0 29	9.098
11.17.	50 22	+0 02	1.473	211 05	+1 13	5.445	125 08	+0 30	9.100
11.27.	55 54	+0 12	1.486	211 50	+1 13	5.444	125 30	+0 31	9.101
12.07.	61 21	+0 23	1.499	212 36	+1 12	5.443	125 52	+0 32	9.103
12.17.	66 41	+0 33	1.512	213 21	+1 12	5.442	126 14	+0 33	9.105
12.27.	71 56	+0 42	1.525	214 07	+1 12	5.441	126 36	+0 34	9.106



dátum	Uránusz				Neptunusz				Plútó			
	$\lambda_{\odot}$	$\beta_{\odot}$	$r$ AU		$\lambda_{\odot}$	$\beta_{\odot}$	$r$ AU		$\lambda_{\odot}$	$\beta_{\odot}$	$r$ AU	
1.01.	336 06	-0 46	20.058		314 49	-0 06	30.066		262 06	+8 18	30.892	
1.11.	336 12	-0 46	20.059		314 52	-0 06	30.066		262 09	+8 17	30.896	
1.21.	336 19	-0 46	20.059		314 56	-0 06	30.066		262 13	+8 16	30.901	
1.31.	336 25	-0 46	20.060		314 59	-0 06	30.065		262 17	+8 15	30.905	
2.10.	336 32	-0 46	20.060		315 03	-0 06	30.065		262 20	+8 14	30.909	
2.20.	336 38	-0 46	20.061		315 07	-0 06	30.065		262 24	+8 13	30.914	
3.02.	336 45	-0 46	20.061		315 10	-0 06	30.065		262 28	+8 12	30.918	
3.12.	336 51	-0 46	20.062		315 14	-0 06	30.065		262 31	+8 11	30.922	
3.22.	336 57	-0 46	20.062		315 17	-0 06	30.064		262 35	+8 10	30.927	
4.01.	337 04	-0 46	20.063		315 21	-0 07	30.064		262 39	+8 09	30.931	
4.11.	337 10	-0 46	20.063		315 24	-0 07	30.064		262 42	+8 08	30.935	
4.21.	337 17	-0 46	20.064		315 28	-0 07	30.064		262 46	+8 07	30.940	
5.01.	337 23	-0 46	20.064		315 32	-0 07	30.063		262 50	+8 06	30.944	
5.11.	337 29	-0 46	20.065		315 35	-0 07	30.063		262 53	+8 05	30.949	
5.21.	337 36	-0 46	20.065		315 39	-0 07	30.063		262 57	+8 04	30.953	
5.31.	337 42	-0 46	20.066		315 42	-0 07	30.063		263 01	+8 03	30.957	
6.10.	337 49	-0 46	20.066		315 46	-0 07	30.062		263 04	+8 02	30.962	
6.20.	337 55	-0 46	20.066		315 50	-0 07	30.062		263 08	+8 01	30.966	
6.30.	338 02	-0 46	20.067		315 53	-0 08	30.062		263 12	+8 00	30.970	
7.10.	338 08	-0 46	20.067		315 57	-0 08	30.062		263 15	+7 59	30.975	
7.20.	338 14	-0 46	20.068		316 00	-0 08	30.062		263 19	+7 58	30.979	
7.30.	338 21	-0 46	20.068		316 04	-0 08	30.061		263 23	+7 57	30.984	
8.09.	338 27	-0 46	20.069		316 07	-0 08	30.061		263 26	+7 56	30.988	
8.19.	338 34	-0 46	20.069		316 11	-0 08	30.061		263 30	+7 55	30.993	
8.29.	338 40	-0 46	20.070		316 15	-0 08	30.061		263 34	+7 54	30.997	
9.08.	338 46	-0 46	20.070		316 18	-0 08	30.061		263 37	+7 53	31.001	
9.18.	338 53	-0 46	20.070		316 22	-0 08	30.060		263 41	+7 52	31.006	
9.28.	338 59	-0 46	20.071		316 25	-0 09	30.060		263 45	+7 51	31.010	
10.08.	339 06	-0 46	20.071		316 29	-0 09	30.060		263 48	+7 50	31.015	
10.18.	339 12	-0 46	20.072		316 33	-0 09	30.060		263 52	+7 49	31.019	
10.28.	339 19	-0 46	20.072		316 36	-0 09	30.059		263 56	+7 48	31.024	
11.07.	339 25	-0 46	20.072		316 40	-0 09	30.059		263 59	+7 47	31.028	
11.17.	339 31	-0 46	20.073		316 43	-0 09	30.059		264 03	+7 46	31.033	
11.27.	339 38	-0 46	20.073		316 47	-0 09	30.059		264 07	+7 45	31.037	
12.07.	339 44	-0 46	20.074		316 50	-0 09	30.059		264 10	+7 44	31.042	
12.17.	339 51	-0 46	20.074		316 54	-0 09	30.058		264 14	+7 43	31.046	
12.27.	339 57	-0 46	20.075		316 58	-0 10	30.058		264 17	+7 42	31.051	



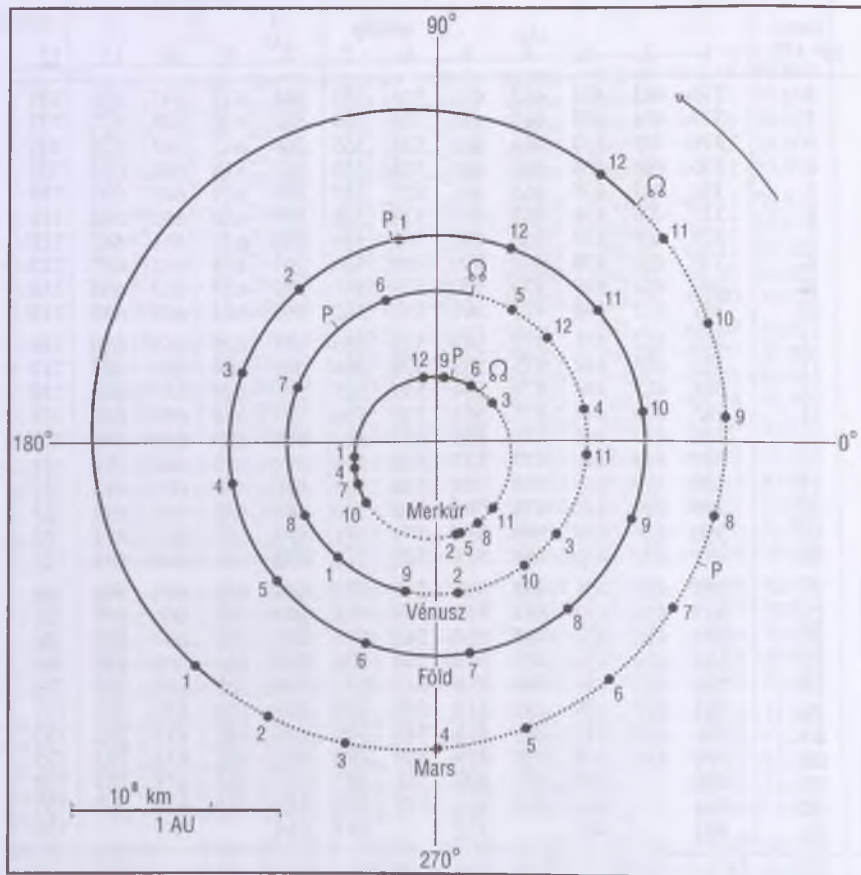
$JD = 2\,453\,000 + \dots$  **Julián-dátum**

nap 12 <sup>h</sup> UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	372	403	431	462	492	523	553	584	615	645	676	706
2.	373	404	432	463	493	524	554	585	616	646	677	707
3.	374	405	433	464	494	525	555	586	617	647	678	708
4.	375	406	434	465	495	526	556	587	618	648	679	709
5.	376	407	435	466	496	527	557	588	619	649	680	710
6.	377	408	436	467	497	528	558	589	620	650	681	711
7.	378	409	437	468	498	529	559	590	621	651	682	712
8.	379	410	438	469	499	530	560	591	622	652	683	713
9.	380	411	439	470	500	531	561	592	623	653	684	714
10.	381	412	440	471	501	532	562	593	624	654	685	715
11.	382	413	441	472	502	533	563	594	625	655	686	716
12.	383	414	442	473	503	534	564	595	626	656	687	717
13.	384	415	443	474	504	535	565	596	627	657	688	718
14.	385	416	444	475	505	536	566	597	628	658	689	719
15.	386	417	445	476	506	537	567	598	629	659	690	720
16.	387	418	446	477	507	538	568	599	630	660	691	721
17.	388	419	447	478	508	539	569	600	631	661	692	722
18.	389	420	448	479	509	540	570	601	632	662	693	723
19.	390	421	449	480	510	541	571	602	633	663	694	724
20.	391	422	450	481	511	542	572	603	634	664	695	725
21.	392	423	451	482	512	543	573	604	635	665	696	726
22.	393	424	452	483	513	544	574	605	636	666	697	727
23.	394	425	453	484	514	545	575	606	637	667	698	728
24.	395	426	454	485	515	546	576	607	638	668	699	729
25.	396	427	455	486	516	547	577	608	639	669	700	730
26.	397	428	456	487	517	548	578	609	640	670	701	731
27.	398	429	457	488	518	549	579	610	641	671	702	732
28.	399	430	458	489	519	550	580	611	642	672	703	733
29.	400		459	490	520	551	581	612	643	673	704	734
30.	401		460	491	521	552	582	613	644	674	705	735
31.	402		461		522		583	614		675		736

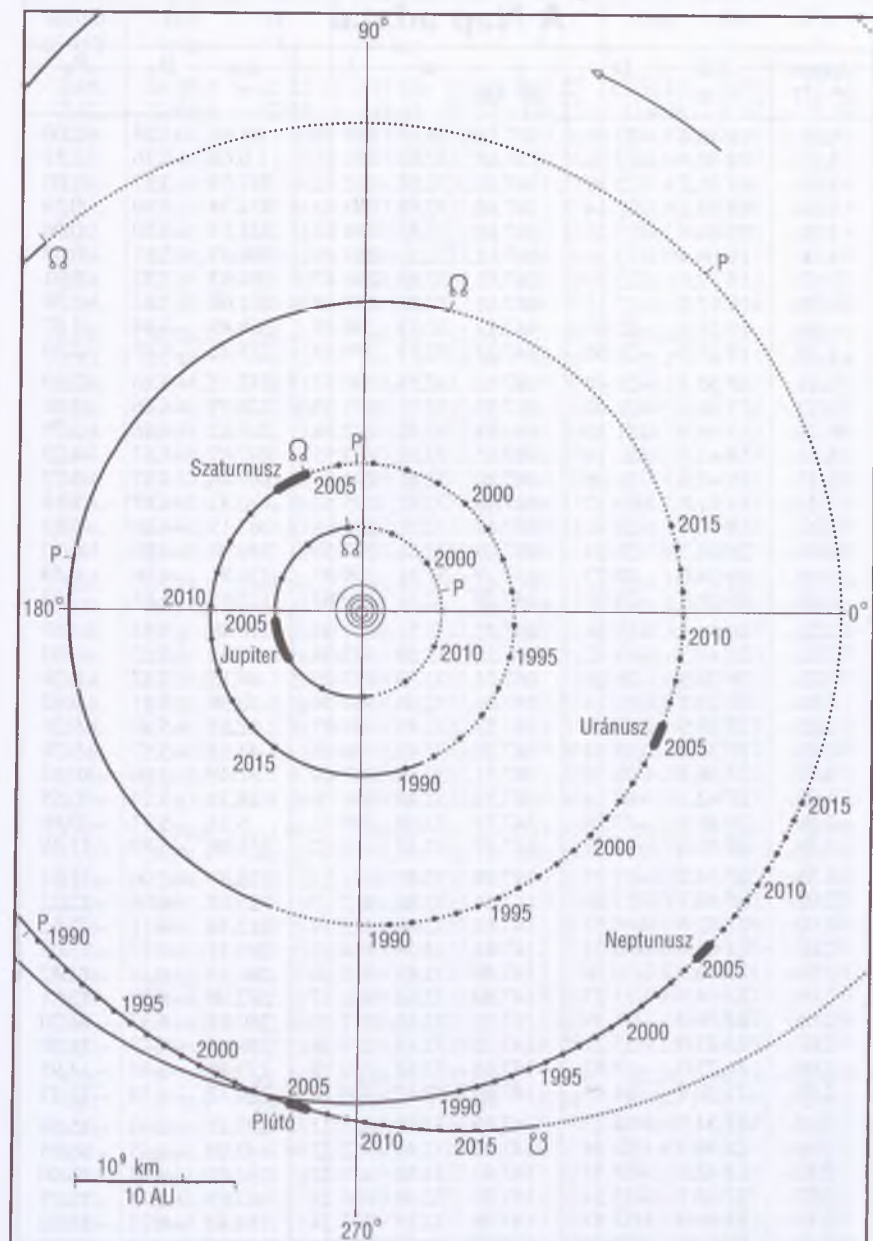
**Julián-dátum tizednap**

tizednap	UT		KÖZEI	NYISZ
	h m	h m	h m	h m
0.0	0 00	12 00	13 00	14 00
0.1	2 24	14 24	15 24	16 24
0.2	4 48	16 48	17 48	18 48
0.3	7 12	19 12	20 12	21 12
0.4	9 36	21 36	22 36	23 36
0.5	12 00	0 00	1 00	2 00
0.6	14 24	2 24	3 24	4 24
0.7	16 48	4 48	5 48	6 48
0.8	19 12	7 12	8 12	9 12
0.9	21 36	9 36	10 36	11 36

## A bolygók elhelyezkedése a Nap körül



Az ábrák a bolygók Nap körüli mozgását mutatják az adott évben. A bolygópályáknak a földpálya síkjától északra lévő szakaszát folyamatos, a földpálya síkjától délre lévő szakaszát szaggatott vonal ábrázolja.  $P$  a pálya napközelpontja,  $Q$  pedig a felszálló csomó (ahol a bolygó a Nap körüli keringése során — délről északra — áthalad a földpálya síkján). A Plútó esetében a leszálló csomó ( $\Omega$ ) helyét tüntettük fel. Az 1–12 számok jelzik a Föld típusú bolygók helyzetét a megfelelő sorszámú hónap első napján, az évszámok pedig az óriásbolygók és a Plútó helyzetét az egyes évek kezdetén.



## A Nap adatai

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	r 10 <sup>6</sup> km	ø '	λ ° '	L <sub>N</sub> °	B <sub>N</sub> °	P <sub>N</sub> °
1.01.	18 46.4	-23 01	147.10	32.53	280 40	13.85	-3.04	2.00
1.02.	18 50.8	-22 56	147.10	32.53	281 41	0.68	-3.16	1.51
1.03.	18 55.2	-22 50	147.10	32.53	282 42	347.51	-3.27	1.03
1.04.	18 59.6	-22 44	147.10	32.53	283 43	334.34	-3.39	0.54
1.05.	19 04.0	-22 38	147.10	32.53	284 45	321.17	-3.50	0.06
1.06.	19 08.4	-22 31	147.11	32.53	285 46	308.00	-3.61	-0.43
1.07.	19 12.8	-22 23	147.11	32.53	286 47	294.83	-3.72	-0.91
1.08.	19 17.2	-22 15	147.11	32.53	287 48	281.66	-3.83	-1.39
1.09.	19 21.5	-22 07	147.12	32.53	288 49	268.49	-3.94	-1.87
1.10.	19 25.9	-21 58	147.12	32.53	289 50	255.32	-4.05	-2.35
1.11.	19 30.2	-21 49	147.13	32.53	290 52	242.15	-4.16	-2.83
1.12.	19 34.6	-21 40	147.13	32.52	291 53	228.99	-4.26	-3.31
1.13.	19 38.9	-21 30	147.14	32.52	292 54	215.82	-4.36	-3.78
1.14.	19 43.2	-21 19	147.15	32.52	293 55	202.65	-4.47	-4.25
1.15.	19 47.5	-21 09	147.16	32.52	294 56	189.48	-4.57	-4.72
1.16.	19 51.8	-20 57	147.16	32.52	295 57	176.32	-4.67	-5.19
1.17.	19 56.1	-20 46	147.17	32.52	296 58	163.15	-4.76	-5.65
1.18.	20 00.3	-20 34	147.18	32.51	297 59	149.98	-4.86	-6.12
1.19.	20 04.6	-20 22	147.19	32.51	299 01	136.81	-4.96	-6.58
1.20.	20 08.8	-20 09	147.20	32.51	300 02	123.65	-5.05	-7.03
1.21.	20 13.1	-19 56	147.22	32.51	301 03	110.48	-5.14	-7.48
1.22.	20 17.3	-19 42	147.23	32.50	302 04	97.31	-5.23	-7.93
1.23.	20 21.5	-19 28	147.24	32.50	303 05	84.15	-5.32	-8.38
1.24.	20 25.7	-19 14	147.26	32.50	304 06	70.98	-5.41	-8.82
1.25.	20 29.9	-18 59	147.27	32.49	305 07	57.81	-5.49	-9.26
1.26.	20 34.0	-18 44	147.29	32.49	306 08	44.65	-5.57	-9.70
1.27.	20 38.2	-18 29	147.31	32.49	307 09	31.48	-5.66	-10.13
1.28.	20 42.3	-18 14	147.33	32.48	308 10	18.31	-5.74	-10.55
1.29.	20 46.4	-17 58	147.35	32.48	309 11	5.15	-5.81	-10.98
1.30.	20 50.6	-17 41	147.37	32.47	310 12	351.98	-5.89	-11.39
1.31.	20 54.7	-17 25	147.39	32.47	311 12	338.81	-5.96	-11.81
2.01.	20 58.7	-17 08	147.41	32.46	312 13	325.65	-6.04	-12.22
2.02.	21 02.8	-16 51	147.43	32.46	313 14	312.48	-6.11	-12.62
2.03.	21 06.9	-16 33	147.45	32.45	314 15	299.31	-6.17	-13.02
2.04.	21 10.9	-16 16	147.48	32.45	315 16	286.15	-6.24	-13.42
2.05.	21 14.9	-15 57	147.50	32.44	316 17	272.98	-6.30	-13.81
2.06.	21 19.0	-15 39	147.53	32.44	317 18	259.81	-6.37	-14.20
2.07.	21 23.0	-15 21	147.55	32.43	318 18	246.65	-6.43	-14.58
2.08.	21 27.0	-15 02	147.58	32.43	319 19	233.48	-6.49	-14.95
2.09.	21 30.9	-14 43	147.60	32.42	320 20	220.32	-6.54	-15.32
2.10.	21 34.9	-14 23	147.63	32.41	321 21	207.15	-6.60	-15.69
2.11.	21 38.9	-14 04	147.66	32.41	322 22	193.98	-6.65	-16.05
2.12.	21 42.8	-13 44	147.68	32.40	323 22	180.82	-6.70	-16.40
2.13.	21 46.7	-13 24	147.71	32.40	324 23	167.65	-6.75	-16.75
2.14.	21 50.6	-13 03	147.74	32.39	325 24	154.48	-6.79	-17.10
2.15.	21 54.6	-12 43	147.77	32.38	326 24	141.31	-6.84	-17.44



dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r 10 <sup>6</sup> km	φ °	λ ° ′	L <sub>N</sub> °	B <sub>N</sub> °	P <sub>N</sub> °
2.16.	21 58.4	-12 22	147.80	32.38	327 25	128.14	-6.88	-17.77
2.17.	22 02.3	-12 01	147.82	32.37	328 25	114.98	-6.92	-18.10
2.18.	22 06.2	-11 40	147.85	32.37	329 26	101.81	-6.96	-18.42
2.19.	22 10.0	-11 19	147.89	32.36	330 26	88.64	-6.99	-18.73
2.20.	22 13.9	-10 58	147.92	32.35	331 27	75.47	-7.02	-19.04
2.21.	22 17.7	-10 36	147.95	32.34	332 27	62.30	-7.05	-19.34
2.22.	22 21.5	-10 14	147.98	32.34	333 28	49.13	-7.08	-19.64
2.23.	22 25.3	-9 52	148.01	32.33	334 28	35.96	-7.11	-19.93
2.24.	22 29.1	-9 30	148.05	32.32	335 29	22.79	-7.13	-20.22
2.25.	22 32.9	-9 08	148.08	32.32	336 29	9.62	-7.16	-20.50
2.26.	22 36.7	-8 46	148.12	32.31	337 29	356.44	-7.17	-20.77
2.27.	22 40.5	-8 23	148.15	32.30	338 29	343.27	-7.19	-21.04
2.28.	22 44.2	-8 01	148.19	32.29	339 30	330.10	-7.21	-21.30
3.01.	22 48.0	-7 38	148.23	32.28	340 30	316.93	-7.22	-21.55
3.02.	22 51.7	-7 15	148.26	32.28	341 30	303.75	-7.23	-21.80
3.03.	22 55.5	-6 52	148.30	32.27	342 30	290.58	-7.24	-22.05
3.04.	22 59.2	-6 29	148.34	32.26	343 30	277.41	-7.25	-22.28
3.05.	23 02.9	-6 06	148.38	32.25	344 31	264.23	-7.25	-22.51
3.06.	23 06.6	-5 43	148.42	32.24	345 31	251.06	-7.25	-22.73
3.07.	23 10.4	-5 19	148.46	32.23	346 31	237.88	-7.25	-22.95
3.08.	23 14.1	-4 56	148.49	32.23	347 31	224.71	-7.25	-23.16
3.09.	23 17.8	-4 33	148.53	32.22	348 31	211.53	-7.24	-23.36
3.10.	23 21.4	-4 09	148.57	32.21	349 31	198.36	-7.24	-23.56
3.11.	23 25.1	-3 46	148.61	32.20	350 31	185.18	-7.23	-23.75
3.12.	23 28.8	-3 22	148.65	32.19	351 31	172.00	-7.22	-23.93
3.13.	23 32.5	-2 58	148.69	32.18	352 31	158.82	-7.20	-24.11
3.14.	23 36.2	-2 35	148.73	32.17	353 30	145.64	-7.19	-24.28
3.15.	23 39.8	-2 11	148.77	32.17	354 30	132.46	-7.17	-24.45
3.16.	23 43.5	-1 47	148.81	32.16	355 30	119.28	-7.15	-24.60
3.17.	23 47.1	-1 24	148.85	32.15	356 30	106.10	-7.13	-24.75
3.18.	23 50.8	-1 00	148.89	32.14	357 30	92.92	-7.10	-24.90
3.19.	23 54.4	-0 36	148.93	32.13	358 29	79.74	-7.07	-25.03
3.20.	23 58.1	-0 12	148.97	32.12	359 29	66.55	-7.05	-25.16
3.21.	0 01.7	+0 11	149.02	32.11	0 28	53.37	-7.02	-25.28
3.22.	0 05.4	+0 35	149.06	32.10	1 28	40.19	-6.98	-25.40
3.23.	0 09.0	+0 59	149.10	32.10	2 27	27.00	-6.95	-25.51
3.24.	0 12.7	+1 22	149.14	32.09	3 27	13.81	-6.91	-25.61
3.25.	0 16.3	+1 46	149.18	32.08	4 26	0.63	-6.87	-25.70
3.26.	0 19.9	+2 09	149.23	32.07	5 26	347.44	-6.83	-25.79
3.27.	0 23.6	+2 33	149.27	32.06	6 25	334.25	-6.79	-25.87
3.28.	0 27.2	+2 56	149.31	32.05	7 25	321.06	-6.74	-25.95
3.29.	0 30.9	+3 20	149.35	32.04	8 24	307.87	-6.69	-26.01
3.30.	0 34.5	+3 43	149.40	32.03	9 23	294.68	-6.64	-26.07
3.31.	0 38.1	+4 06	149.44	32.02	10 22	281.49	-6.59	-26.12
4.01.	0 41.8	+4 30	149.49	32.01	11 22	268.30	-6.54	-26.17
4.02.	0 45.4	+4 53	149.53	32.00	12 21	255.10	-6.49	-26.21
4.03.	0 49.1	+5 16	149.57	31.99	13 20	241.91	-6.43	-26.24
4.04.	0 52.7	+5 39	149.62	31.98	14 19	228.71	-6.37	-26.26

dátum 0 <sup>h</sup> UT	$RA$ h m	$D$ ° '	$r$ 10 <sup>6</sup> km	$\varnothing$ "	$\lambda$ ° '	$L_N$ °	$B_N$ °	$P_N$ °
4.05.	0 56.4	+6 02	149.66	31.97	15 18	215.52	-6.31	-26.28
4.06.	1 00.0	+6 24	149.71	31.97	16 17	202.32	-6.25	-26.29
4.07.	1 03.7	+6 47	149.75	31.96	17 16	189.13	-6.18	-26.29
4.08.	1 07.4	+7 10	149.79	31.95	18 15	175.93	-6.12	-26.28
4.09.	1 11.0	+7 32	149.84	31.94	19 14	162.73	-6.05	-26.27
4.10.	1 14.7	+7 54	149.88	31.93	20 13	149.53	-5.98	-26.25
4.11.	1 18.4	+8 16	149.92	31.92	21 12	136.33	-5.91	-26.22
4.12.	1 22.1	+8 38	149.96	31.91	22 11	123.13	-5.83	-26.19
4.13.	1 25.7	+9 00	150.00	31.90	23 10	109.93	-5.76	-26.15
4.14.	1 29.4	+9 22	150.05	31.89	24 09	96.73	-5.68	-26.10
4.15.	1 33.1	+9 44	150.09	31.88	25 08	83.53	-5.61	-26.04
4.16.	1 36.8	+10 05	150.13	31.88	26 06	70.32	-5.53	-25.98
4.17.	1 40.5	+10 26	150.17	31.87	27 05	57.12	-5.45	-25.90
4.18.	1 44.3	+10 47	150.21	31.86	28 04	43.91	-5.36	-25.83
4.19.	1 48.0	+11 08	150.25	31.85	29 02	30.70	-5.28	-25.74
4.20.	1 51.7	+11 29	150.29	31.84	30 01	17.50	-5.19	-25.65
4.21.	1 55.4	+11 49	150.33	31.83	30 59	4.29	-5.11	-25.54
4.22.	1 59.2	+12 09	150.37	31.82	31 58	351.08	-5.02	-25.44
4.23.	2 02.9	+12 30	150.41	31.82	32 56	337.87	-4.93	-25.32
4.24.	2 06.7	+12 49	150.45	31.81	33 55	324.66	-4.84	-25.20
4.25.	2 10.4	+13 09	150.49	31.80	34 53	311.45	-4.74	-25.07
4.26.	2 14.2	+13 29	150.53	31.79	35 52	298.23	-4.65	-24.93
4.27.	2 18.0	+13 48	150.57	31.78	36 50	285.02	-4.56	-24.79
4.28.	2 21.8	+14 07	150.61	31.77	37 48	271.81	-4.46	-24.63
4.29.	2 25.6	+14 26	150.65	31.76	38 47	258.59	-4.36	-24.47
4.30.	2 29.4	+14 44	150.69	31.76	39 45	245.38	-4.26	-24.31
5.01.	2 33.2	+15 02	150.73	31.75	40 43	232.16	-4.16	-24.13
5.02.	2 37.0	+15 21	150.77	31.74	41 42	218.94	-4.06	-23.95
5.03.	2 40.9	+15 38	150.81	31.73	42 40	205.73	-3.96	-23.76
5.04.	2 44.7	+15 56	150.84	31.72	43 38	192.51	-3.86	-23.57
5.05.	2 48.6	+16 13	150.88	31.72	44 36	179.29	-3.75	-23.37
5.06.	2 52.4	+16 30	150.92	31.71	45 34	166.07	-3.65	-23.16
5.07.	2 56.3	+16 47	150.96	31.70	46 32	152.85	-3.54	-22.94
5.08.	3 00.2	+17 03	150.99	31.69	47 30	139.63	-3.43	-22.71
5.09.	3 04.1	+17 20	151.03	31.69	48 28	126.41	-3.33	-22.48
5.10.	3 08.0	+17 35	151.06	31.68	49 26	113.19	-3.22	-22.25
5.11.	3 11.9	+17 51	151.10	31.67	50 24	99.96	-3.11	-22.00
5.12.	3 15.8	+18 06	151.13	31.66	51 22	86.74	-3.00	-21.75
5.13.	3 19.7	+18 21	151.16	31.66	52 20	73.52	-2.88	-21.49
5.14.	3 23.7	+18 36	151.19	31.65	53 18	60.29	-2.77	-21.23
5.15.	3 27.6	+18 50	151.23	31.64	54 16	47.07	-2.66	-20.96
5.16.	3 31.6	+19 04	151.26	31.64	55 14	33.84	-2.54	-20.68
5.17.	3 35.5	+19 18	151.29	31.63	56 12	20.61	-2.43	-20.39
5.18.	3 39.5	+19 32	151.32	31.62	57 10	7.39	-2.32	-20.10
5.19.	3 43.5	+19 45	151.35	31.62	58 07	354.16	-2.20	-19.81
5.20.	3 47.5	+19 57	151.38	31.61	59 05	340.93	-2.08	-19.50
5.21.	3 51.5	+20 10	151.41	31.61	60 03	327.70	-1.97	-19.19
5.22.	3 55.5	+20 22	151.43	31.60	61 01	314.47	-1.85	-18.88

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	$r$ 10 <sup>6</sup> km	$\varnothing$ ′	$\lambda$ ° ′	$L_N$ °	$B_N$ °	$P_N$ °
5.23.	3 59.5	+20 33	151.46	31.59	61 58	301.24	-1.73	-18.56
5.24.	4 03.5	+20 45	151.49	31.59	62 56	288.01	-1.61	-18.23
5.25.	4 07.6	+20 56	151.52	31.58	63 54	274.78	-1.50	-17.90
5.26.	4 11.6	+21 06	151.55	31.58	64 51	261.55	-1.38	-17.56
5.27.	4 15.7	+21 17	151.57	31.57	65 49	248.32	-1.26	-17.21
5.28.	4 19.7	+21 27	151.60	31.57	66 46	235.08	-1.14	-16.86
5.29.	4 23.8	+21 36	151.62	31.56	67 44	221.85	-1.02	-16.51
5.30.	4 27.9	+21 45	151.65	31.56	68 41	208.62	-0.90	-16.15
5.31.	4 31.9	+21 54	151.68	31.55	69 39	195.39	-0.78	-15.78
6.01.	4 36.0	+22 02	151.70	31.54	70 36	182.15	-0.66	-15.41
6.02.	4 40.1	+22 10	151.72	31.54	71 34	168.92	-0.54	-15.04
6.03.	4 44.2	+22 18	151.75	31.54	72 31	155.69	-0.42	-14.66
6.04.	4 48.4	+22 25	151.77	31.53	73 29	142.45	-0.30	-14.27
6.05.	4 52.5	+22 32	151.79	31.53	74 26	129.22	-0.18	-13.88
6.06.	4 56.6	+22 38	151.81	31.52	75 24	115.98	-0.05	-13.49
6.07.	5 00.7	+22 44	151.83	31.52	76 21	102.75	0.07	-13.09
6.08.	5 04.9	+22 50	151.85	31.51	77 19	89.51	0.19	-12.69
6.09.	5 09.0	+22 55	151.87	31.51	78 16	76.28	0.31	-12.28
6.10.	5 13.1	+23 00	151.88	31.51	79 14	63.04	0.43	-11.87
6.11.	5 17.3	+23 05	151.90	31.50	80 11	49.81	0.55	-11.46
6.12.	5 21.4	+23 09	151.92	31.50	81 08	36.57	0.67	-11.04
6.13.	5 25.6	+23 12	151.93	31.50	82 06	23.33	0.79	-10.62
6.14.	5 29.7	+23 16	151.94	31.49	83 03	10.10	0.91	-10.20
6.15.	5 33.9	+23 18	151.96	31.49	84 00	356.86	1.03	-9.77
6.16.	5 38.0	+23 21	151.97	31.49	84 58	343.62	1.15	-9.34
6.17.	5 42.2	+23 23	151.98	31.49	85 55	330.39	1.27	-8.91
6.18.	5 46.4	+23 24	151.99	31.48	86 52	317.15	1.39	-8.47
6.19.	5 50.5	+23 25	152.00	31.48	87 49	303.91	1.50	-8.04
6.20.	5 54.7	+23 26	152.02	31.48	88 47	290.68	1.62	-7.60
6.21.	5 58.8	+23 26	152.03	31.48	89 44	277.44	1.74	-7.16
6.22.	6 03.0	+23 26	152.03	31.48	90 41	264.20	1.85	-6.71
6.23.	6 07.1	+23 26	152.04	31.47	91 38	250.96	1.97	-6.27
6.24.	6 11.3	+23 25	152.05	31.47	92 36	237.73	2.09	-5.82
6.25.	6 15.5	+23 24	152.06	31.47	93 33	224.49	2.20	-5.37
6.26.	6 19.6	+23 22	152.07	31.47	94 30	211.25	2.32	-4.92
6.27.	6 23.8	+23 20	152.07	31.47	95 27	198.02	2.43	-4.47
6.28.	6 27.9	+23 17	152.08	31.47	96 24	184.78	2.54	-4.02
6.29.	6 32.1	+23 14	152.09	31.46	97 22	171.54	2.66	-3.57
6.30.	6 36.2	+23 11	152.09	31.46	98 19	158.31	2.77	-3.12
7.01.	6 40.3	+23 07	152.09	31.46	99 16	145.07	2.88	-2.66
7.02.	6 44.5	+23 03	152.10	31.46	100 13	131.83	2.99	-2.21
7.03.	6 48.6	+22 58	152.10	31.46	101 10	118.60	3.10	-1.75
7.04.	6 52.7	+22 53	152.10	31.46	102 08	105.36	3.21	-1.30
7.05.	6 56.8	+22 48	152.10	31.46	103 05	92.13	3.31	-0.85
7.06.	7 01.0	+22 42	152.10	31.46	104 02	78.89	3.42	-0.39
7.07.	7 05.1	+22 36	152.10	31.46	104 59	65.66	3.53	0.06
7.08.	7 09.2	+22 29	152.10	31.46	105 57	52.42	3.63	0.51
7.09.	7 13.3	+22 22	152.10	31.46	106 54	39.19	3.73	0.96



dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	r 10 <sup>6</sup> km	ø "	λ ° '	L <sub>N</sub> °	B <sub>N</sub> °	P <sub>N</sub> °
7.10.	7 17.4	+22 15	152.09	31.46	107 51	25.95	3.84	1.42
7.11.	7 21.4	+22 07	152.09	31.46	108 48	12.72	3.94	1.87
7.12.	7 25.5	+21 59	152.08	31.47	109 45	359.49	4.04	2.31
7.13.	7 29.6	+21 51	152.08	31.47	110 43	346.25	4.14	2.76
7.14.	7 33.6	+21 42	152.07	31.47	111 40	333.02	4.24	3.21
7.15.	7 37.7	+21 33	152.06	31.47	112 37	319.79	4.34	3.65
7.16.	7 41.7	+21 23	152.05	31.47	113 34	306.55	4.43	4.09
7.17.	7 45.8	+21 13	152.04	31.47	114 32	293.32	4.53	4.53
7.18.	7 49.8	+21 03	152.03	31.48	115 29	280.09	4.62	4.97
7.19.	7 53.8	+20 52	152.02	31.48	116 26	266.86	4.71	5.41
7.20.	7 57.8	+20 41	152.01	31.48	117 23	253.63	4.80	5.84
7.21.	8 01.8	+20 30	152.00	31.48	118 21	240.39	4.89	6.27
7.22.	8 05.8	+20 18	151.99	31.48	119 18	227.16	4.98	6.70
7.23.	8 09.8	+20 06	151.98	31.49	120 15	213.93	5.07	7.13
7.24.	8 13.7	+19 54	151.96	31.49	121 12	200.70	5.15	7.56
7.25.	8 17.7	+19 41	151.95	31.49	122 10	187.47	5.24	7.98
7.26.	8 21.6	+19 28	151.94	31.50	123 07	174.25	5.32	8.40
7.27.	8 25.6	+19 14	151.92	31.50	124 04	161.02	5.40	8.81
7.28.	8 29.5	+19 01	151.91	31.50	125 02	147.79	5.48	9.22
7.29.	8 33.4	+18 47	151.89	31.50	125 59	134.56	5.56	9.63
7.30.	8 37.3	+18 32	151.88	31.51	126 56	121.33	5.64	10.04
7.31.	8 41.2	+18 18	151.86	31.51	127 54	108.11	5.71	10.44
8.01.	8 45.1	+18 03	151.84	31.52	128 51	94.88	5.79	10.84
8.02.	8 49.0	+17 48	151.82	31.52	129 49	81.66	5.86	11.24
8.03.	8 52.9	+17 32	151.80	31.52	130 46	68.43	5.93	11.63
8.04.	8 56.7	+17 16	151.78	31.53	131 43	55.21	6.00	12.02
8.05.	9 00.6	+17 00	151.76	31.53	132 41	41.99	6.07	12.40
8.06.	9 04.4	+16 44	151.74	31.54	133 38	28.76	6.13	12.78
8.07.	9 08.3	+16 27	151.72	31.54	134 36	15.54	6.20	13.16
8.08.	9 12.1	+16 10	151.69	31.55	135 33	2.32	6.26	13.53
8.09.	9 15.9	+15 53	151.67	31.55	136 31	349.10	6.32	13.90
8.10.	9 19.7	+15 36	151.65	31.56	137 29	335.87	6.38	14.26
8.11.	9 23.5	+15 18	151.62	31.56	138 26	322.65	6.43	14.62
8.12.	9 27.3	+15 00	151.59	31.57	139 24	309.43	6.49	14.98
8.13.	9 31.0	+14 42	151.57	31.57	140 21	296.21	6.54	15.33
8.14.	9 34.8	+14 24	151.54	31.58	141 19	282.99	6.60	15.68
8.15.	9 38.5	+14 05	151.51	31.58	142 16	269.78	6.64	16.02
8.16.	9 42.3	+13 46	151.48	31.59	143 14	256.56	6.69	16.36
8.17.	9 46.0	+13 27	151.45	31.60	144 12	243.34	6.74	16.69
8.18.	9 49.7	+13 08	151.43	31.60	145 09	230.12	6.78	17.02
8.19.	9 53.5	+12 49	151.40	31.61	146 07	216.91	6.82	17.34
8.20.	9 57.2	+12 29	151.37	31.61	147 05	203.69	6.87	17.66
8.21.	10 00.9	+12 09	151.34	31.62	148 03	190.47	6.90	17.97
8.22.	10 04.6	+11 49	151.31	31.63	149 00	177.26	6.94	18.28
8.23.	10 08.2	+11 29	151.28	31.63	149 58	164.04	6.97	18.58
8.24.	10 11.9	+11 09	151.24	31.64	150 56	150.83	7.01	18.88
8.25.	10 15.6	+10 48	151.21	31.65	151 54	137.62	7.04	19.18
8.26.	10 19.3	+10 27	151.18	31.65	152 52	124.40	7.07	19.46



dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D °	r 10 <sup>6</sup> km	ø '	λ °	L <sub>N</sub> °	B <sub>N</sub> °	P <sub>N</sub> °
8.27.	10 22.9	+10 06	151.15	31.66	153 50	111.19	7.09	19.75
8.28.	10 26.6	+9 45	151.12	31.67	154 48	97.98	7.12	20.03
8.29.	10 30.2	+9 24	151.08	31.67	155 46	84.77	7.14	20.30
8.30.	10 33.9	+9 03	151.05	31.68	156 44	71.56	7.16	20.56
8.31.	10 37.5	+8 41	151.02	31.69	157 42	58.35	7.18	20.83
9.01.	10 41.1	+8 19	150.98	31.70	158 40	45.14	7.19	21.08
9.02.	10 44.7	+7 58	150.94	31.70	159 38	31.93	7.21	21.33
9.03.	10 48.4	+7 36	150.91	31.71	160 36	18.72	7.22	21.58
9.04.	10 52.0	+7 14	150.87	31.72	161 34	5.51	7.23	21.82
9.05.	10 55.6	+6 51	150.84	31.73	162 32	352.31	7.24	22.05
9.06.	10 59.2	+6 29	150.80	31.73	163 30	339.10	7.25	22.28
9.07.	11 02.8	+6 07	150.76	31.74	164 29	325.89	7.25	22.50
9.08.	11 06.4	+5 44	150.72	31.75	165 27	312.69	7.25	22.72
9.09.	11 10.0	+5 22	150.68	31.76	166 25	299.48	7.25	22.93
9.10.	11 13.6	+4 59	150.64	31.77	167 23	286.28	7.25	23.13
9.11.	11 17.2	+4 36	150.60	31.77	168 22	273.07	7.24	23.33
9.12.	11 20.8	+4 13	150.56	31.78	169 20	259.87	7.24	23.52
9.13.	11 24.4	+3 50	150.52	31.79	170 19	246.67	7.23	23.71
9.14.	11 28.0	+3 27	150.48	31.80	171 17	233.46	7.22	23.89
9.15.	11 31.6	+3 04	150.44	31.81	172 15	220.26	7.21	24.07
9.16.	11 35.1	+2 41	150.40	31.82	173 14	207.06	7.19	24.23
9.17.	11 38.7	+2 18	150.36	31.83	174 12	193.86	7.17	24.40
9.18.	11 42.3	+1 55	150.32	31.84	175 11	180.65	7.16	24.55
9.19.	11 45.9	+1 32	150.28	31.84	176 09	167.45	7.13	24.70
9.20.	11 49.5	+1 08	150.23	31.85	177 08	154.25	7.11	24.84
9.21.	11 53.1	+0 45	150.19	31.86	178 07	141.05	7.09	24.98
9.22.	11 56.7	+0 22	150.15	31.87	179 05	127.85	7.06	25.11
9.23.	12 00.2	-0 02	150.11	31.88	180 04	114.65	7.03	25.23
9.24.	12 03.8	-0 25	150.07	31.89	181 03	101.45	7.00	25.35
9.25.	12 07.4	-0 48	150.03	31.90	182 01	88.26	6.96	25.46
9.26.	12 11.0	-1 12	149.99	31.90	183 00	75.06	6.93	25.56
9.27.	12 14.6	-1 35	149.95	31.91	183 59	61.86	6.89	25.66
9.28.	12 18.2	-1 58	149.90	31.92	184 58	48.66	6.85	25.75
9.29.	12 21.8	-2 22	149.86	31.93	185 57	35.47	6.81	25.83
9.30.	12 25.5	-2 45	149.82	31.94	186 56	22.27	6.76	25.91
10.01.	12 29.1	-3 08	149.78	31.95	187 55	9.08	6.72	25.98
10.02.	12 32.7	-3 32	149.74	31.96	188 54	355.88	6.67	26.04
10.03.	12 36.3	-3 55	149.69	31.97	189 53	342.69	6.62	26.10
10.04.	12 40.0	-4 18	149.65	31.98	190 52	329.49	6.57	26.15
10.05.	12 43.6	-4 41	149.61	31.99	191 51	316.30	6.51	26.19
10.06.	12 47.2	-5 04	149.56	32.00	192 50	303.11	6.46	26.22
10.07.	12 50.9	-5 27	149.52	32.00	193 50	289.91	6.40	26.25
10.08.	12 54.6	-5 50	149.48	32.01	194 49	276.72	6.34	26.27
10.09.	12 58.2	-6 13	149.43	32.02	195 48	263.53	6.28	26.28
10.10.	13 01.9	-6 36	149.39	32.03	196 47	250.33	6.21	26.29
10.11.	13 05.6	-6 59	149.34	32.04	197 47	237.14	6.15	26.29
10.12.	13 09.3	-7 21	149.30	32.05	198 46	223.95	6.08	26.28
10.13.	13 12.9	-7 44	149.26	32.06	199 45	210.76	6.01	26.26

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	r 10 <sup>6</sup> km	ø '	λ ° '	L <sub>N</sub> °	B <sub>N</sub> °	P <sub>N</sub> °
10.14.	13 16.7	-8 06	149.21	32.07	200 45	197.57	5.94	26.24
10.15.	13 20.4	-8 28	149.17	32.08	201 44	184.37	5.87	26.20
10.16.	13 24.1	-8 50	149.13	32.09	202 44	171.18	5.79	26.17
10.17.	13 27.8	-9 12	149.09	32.10	203 43	157.99	5.72	26.12
10.18.	13 31.6	-9 34	149.04	32.11	204 43	144.80	5.64	26.06
10.19.	13 35.3	-9 56	149.00	32.12	205 42	131.61	5.56	26.00
10.20.	13 39.1	-10 18	148.96	32.13	206 42	118.42	5.48	25.93
10.21.	13 42.8	-10 39	148.92	32.13	207 41	105.23	5.39	25.86
10.22.	13 46.6	-11 00	148.88	32.14	208 41	92.04	5.31	25.77
10.23.	13 50.4	-11 22	148.84	32.15	209 41	78.85	5.22	25.68
10.24.	13 54.2	-11 43	148.80	32.16	210 41	65.67	5.13	25.58
10.25.	13 58.0	-12 03	148.76	32.17	211 40	52.48	5.05	25.47
10.26.	14 01.9	-12 24	148.72	32.18	212 40	39.29	4.95	25.35
10.27.	14 05.7	-12 44	148.68	32.19	213 40	26.10	4.86	25.23
10.28.	14 09.6	-13 05	148.64	32.19	214 40	12.92	4.77	25.10
10.29.	14 13.4	-13 25	148.60	32.20	215 40	359.73	4.67	24.96
10.30.	14 17.3	-13 44	148.56	32.21	216 40	346.54	4.57	24.81
10.31.	14 21.2	-14 04	148.52	32.22	217 40	333.36	4.47	24.66
11.01.	14 25.1	-14 23	148.48	32.23	218 40	320.17	4.37	24.49
11.02.	14 29.0	-14 43	148.45	32.24	219 40	306.98	4.27	24.32
11.03.	14 33.0	-15 01	148.41	32.24	220 40	293.80	4.17	24.14
11.04.	14 36.9	-15 20	148.37	32.25	221 40	280.61	4.07	23.96
11.05.	14 40.9	-15 39	148.33	32.26	222 40	267.43	3.96	23.76
11.06.	14 44.9	-15 57	148.29	32.27	223 40	254.24	3.85	23.56
11.07.	14 48.9	-16 15	148.26	32.28	224 41	241.06	3.74	23.35
11.08.	14 52.9	-16 32	148.22	32.29	225 41	227.87	3.64	23.13
11.09.	14 56.9	-16 49	148.18	32.29	226 41	214.69	3.53	22.90
11.10.	15 00.9	-17 07	148.14	32.30	227 41	201.51	3.41	22.67
11.11.	15 05.0	-17 23	148.11	32.31	228 42	188.32	3.30	22.43
11.12.	15 09.0	-17 40	148.07	32.32	229 42	175.14	3.19	22.18
11.13.	15 13.1	-17 56	148.04	32.33	230 42	161.95	3.07	21.92
11.14.	15 17.2	-18 12	148.00	32.33	231 43	148.77	2.96	21.66
11.15.	15 21.3	-18 27	147.97	32.34	232 43	135.59	2.84	21.39
11.16.	15 25.4	-18 42	147.94	32.35	233 44	122.40	2.72	21.11
11.17.	15 29.5	-18 57	147.91	32.35	234 44	109.22	2.60	20.82
11.18.	15 33.6	-19 12	147.87	32.36	235 45	96.04	2.49	20.53
11.19.	15 37.8	-19 26	147.84	32.37	236 45	82.86	2.37	20.23
11.20.	15 42.0	-19 40	147.81	32.37	237 46	69.68	2.24	19.92
11.21.	15 46.2	-19 53	147.78	32.38	238 46	56.49	2.12	19.60
11.22.	15 50.4	-20 06	147.75	32.39	239 47	43.31	2.00	19.28
11.23.	15 54.6	-20 19	147.73	32.39	240 47	30.13	1.88	18.95
11.24.	15 58.8	-20 31	147.70	32.40	241 48	16.95	1.75	18.61
11.25.	16 03.0	-20 43	147.67	32.41	242 49	3.77	1.63	18.27
11.26.	16 07.3	-20 55	147.65	32.41	243 49	350.59	1.51	17.92
11.27.	16 11.5	-21 06	147.62	32.42	244 50	337.41	1.38	17.56
11.28.	16 15.8	-21 17	147.59	32.42	245 51	324.23	1.25	17.20
11.29.	16 20.1	-21 27	147.57	32.43	246 52	311.05	1.13	16.83
11.30.	16 24.4	-21 37	147.54	32.43	247 52	297.87	1.00	16.46

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	r 10 <sup>6</sup> km	ø '	λ ° '	L <sub>N</sub> °	B <sub>N</sub> °	P <sub>N</sub> °
12.01.	16 28.7	−21 47	147.52	32.44	248 53	284.69	0.88	16.07
12.02.	16 33.0	−21 56	147.50	32.44	249 54	271.52	0.75	15.69
12.03.	16 37.4	−22 05	147.47	32.45	250 55	258.34	0.62	15.29
12.04.	16 41.7	−22 13	147.45	32.45	251 56	245.16	0.49	14.89
12.05.	16 46.1	−22 21	147.43	32.46	252 57	231.98	0.36	14.49
12.06.	16 50.4	−22 29	147.41	32.46	253 58	218.81	0.24	14.08
12.07.	16 54.8	−22 36	147.38	32.47	254 59	205.63	0.11	13.66
12.08.	16 59.2	−22 42	147.36	32.47	256 00	192.45	−0.02	13.24
12.09.	17 03.5	−22 48	147.34	32.48	257 01	179.27	−0.15	12.82
12.10.	17 07.9	−22 54	147.32	32.48	258 01	166.10	−0.28	12.39
12.11.	17 12.3	−22 59	147.31	32.49	259 02	152.92	−0.40	11.95
12.12.	17 16.7	−23 04	147.29	32.49	260 03	139.75	−0.53	11.51
12.13.	17 21.1	−23 08	147.27	32.49	261 04	126.57	−0.66	11.07
12.14.	17 25.6	−23 12	147.25	32.50	262 05	113.39	−0.79	10.62
12.15.	17 30.0	−23 16	147.24	32.50	263 06	100.22	−0.92	10.17
12.16.	17 34.4	−23 19	147.23	32.50	264 07	87.04	−1.04	9.72
12.17.	17 38.8	−23 21	147.21	32.51	265 08	73.87	−1.17	9.26
12.18.	17 43.3	−23 23	147.20	32.51	266 09	60.69	−1.30	8.80
12.19.	17 47.7	−23 25	147.19	32.51	267 11	47.52	−1.42	8.33
12.20.	17 52.1	−23 26	147.18	32.51	268 12	34.34	−1.55	7.87
12.21.	17 56.6	−23 26	147.17	32.52	269 13	21.17	−1.67	7.40
12.22.	18 01.0	−23 26	147.16	32.52	270 14	8.00	−1.80	6.92
12.23.	18 05.4	−23 26	147.15	32.52	271 15	354.82	−1.92	6.45
12.24.	18 09.9	−23 25	147.14	32.52	272 16	341.65	−2.05	5.97
12.25.	18 14.3	−23 24	147.14	32.52	273 17	328.48	−2.17	5.50
12.26.	18 18.8	−23 22	147.13	32.52	274 18	315.31	−2.29	5.02
12.27.	18 23.2	−23 20	147.13	32.53	275 19	302.13	−2.41	4.53
12.28.	18 27.6	−23 17	147.12	32.53	276 21	288.96	−2.53	4.05
12.29.	18 32.1	−23 14	147.12	32.53	277 22	275.79	−2.65	3.57
12.30.	18 36.5	−23 11	147.11	32.53	278 23	262.62	−2.77	3.08
12.31.	18 40.9	−23 06	147.11	32.53	279 24	249.45	−2.89	2.60

A Föld napközében: 1.02.01<sup>h</sup>A Föld naptávolban: 7.05.05<sup>h</sup>

### A Carrington-rotációk kezdete

sorszám	hónap	nap	sorszám	hónap	nap
2025.	1.	2.052	2032.	7.	11.961
2026.	1.	29.391	2033.	8.	8.176
2027.	2.	25.730	2034.	9.	4.418
2028.	3.	25.048	2035.	10.	1.688
2029.	4.	21.325	2036.	10.	28.980
2030.	5.	18.559	2037.	11.	25.286
2031.	6.	14.763	2038.	12.	22.607



## A Hold adatai

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	Δ km	ø '	fázis	C <sub>N</sub> %	L <sub>H</sub> %	B <sub>H</sub> °	P <sub>H</sub> °
1.01.	10 49.4	+11 39	399 600	29.90	0.761	154.23	-5.65	-5.02	21.32
1.02.	11 33.8	+6 10	395 700	30.20	0.673	166.37	-6.58	-4.00	22.08
1.03.	12 18.1	+0 21	390 800	30.57	0.577	178.52	-7.29	-2.77	21.98
1.04.	13 03.6	-5 38	385 300	31.02	0.474	190.68	-7.70	-1.37	20.99
1.05.	13 51.5	-11 34	379 200	31.51	0.370	202.85	-7.73	0.14	19.05
1.06.	14 43.1	-17 10	373 000	32.03	0.267	215.02	-7.30	1.70	16.06
1.07.	15 39.6	-22 02	367 200	32.54	0.173	227.19	-6.39	3.20	11.90
1.08.	16 41.5	-25 43	362 200	32.99	0.094	239.38	-4.98	4.54	6.59
1.09.	17 48.1	-27 42	358 600	33.32	0.036	251.56	-3.14	5.61	0.40
1.10.	18 57.0	-27 38	356 800	33.50	0.006	263.75	-1.01	6.30	-6.04
1.11.	20 04.8	-25 27	356 900	33.48	0.006	275.94	1.23	6.54	-11.93
1.12.	21 08.9	-21 27	359 100	33.28	0.036	288.13	3.36	6.30	-16.62
1.13.	22 07.9	-16 08	362 900	32.92	0.094	300.32	5.19	5.64	-19.83
1.14.	23 02.1	-10 01	368 100	32.46	0.173	312.50	6.58	4.62	-21.60
1.15.	23 52.6	-3 36	374 100	31.94	0.266	324.68	7.46	3.35	-22.12
1.16.	0 40.7	+2 46	380 400	31.41	0.368	336.85	7.83	1.93	-21.58
1.17.	1 27.7	+8 49	386 500	30.92	0.471	349.02	7.72	0.45	-20.12
1.18.	2 14.7	+14 20	392 000	30.48	0.573	1.18	7.21	-1.01	-17.81
1.19.	3 02.6	+19 07	396 800	30.12	0.669	13.33	6.40	-2.39	-14.71
1.20.	3 52.1	+23 01	400 500	29.83	0.757	25.48	5.36	-3.63	-10.88
1.21.	4 43.4	+25 53	403 400	29.63	0.833	37.62	4.18	-4.69	-6.43
1.22.	5 36.2	+27 33	405 200	29.49	0.897	49.76	2.91	-5.53	-1.54
1.23.	6 29.7	+27 57	406 200	29.42	0.946	61.89	1.62	-6.14	3.50
1.24.	7 22.9	+27 03	406 400	29.40	0.980	74.03	0.33	-6.47	8.36
1.25.	8 14.8	+24 56	405 900	29.44	0.996	86.16	-0.93	-6.53	12.71
1.26.	9 04.7	+21 43	404 800	29.52	0.995	98.29	-2.14	-6.30	16.34
1.27.	9 52.4	+17 35	403 100	29.64	0.977	110.42	-3.29	-5.80	19.10
1.28.	10 38.3	+12 43	400 900	29.81	0.940	122.56	-4.36	-5.02	20.96
1.29.	11 22.8	+7 19	398 000	30.02	0.886	134.69	-5.33	-4.01	21.94
1.30.	12 06.8	+1 34	394 600	30.29	0.817	146.83	-6.16	-2.80	22.06
1.31.	12 51.3	-4 20	390 500	30.60	0.734	158.98	-6.81	-1.44	21.33
2.01.	13 37.4	-10 12	385 900	30.97	0.638	171.13	-7.21	0.03	19.71
2.02.	14 26.5	-15 46	380 800	31.38	0.535	183.29	-7.31	1.53	17.13
2.03.	15 19.5	-20 44	375 500	31.82	0.426	195.46	-7.02	2.99	13.49
2.04.	16 17.4	-24 44	370 300	32.27	0.318	207.63	-6.31	4.32	8.76
2.05.	17 20.1	-27 18	365 600	32.68	0.216	219.81	-5.15	5.41	3.06
2.06.	18 26.4	-28 03	361 800	33.03	0.127	231.99	-3.59	6.19	-3.18
2.07.	19 33.7	-26 47	359 300	33.25	0.058	244.18	-1.70	6.55	-9.28
2.08.	20 39.1	-23 33	358 600	33.33	0.015	256.38	0.35	6.46	-14.54
2.09.	21 40.6	-18 42	359 600	33.23	0.002	268.57	2.38	5.92	-18.46
2.10.	22 37.7	-12 45	362 500	32.96	0.018	280.77	4.21	4.97	-20.92
2.11.	23 30.9	-6 13	366 900	32.56	0.061	292.96	5.67	3.71	-22.01
2.12.	0 21.3	+0 27	372 500	32.08	0.127	305.16	6.67	2.25	-21.91
2.13.	1 10.1	+6 53	378 700	31.56	0.210	317.34	7.18	0.70	-20.77
2.14.	1 58.4	+12 48	384 900	31.04	0.303	329.53	7.21	-0.83	-18.70
2.15.	2 47.3	+17 59	390 800	30.58	0.401	341.70	6.81	-2.28	-15.79



dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	$\Delta$ km	$\varnothing$ '	fázis	$C_N$ °	$L_H$ °	$B_H$ °	$P_H$ °
2.16.	3 37.3	+22 14	396 000	30.18	0.500	353.88	6.07	-3.58	-12.11
2.17.	4 28.8	+25 26	400 100	29.86	0.597	6.04	5.07	-4.68	-7.76
2.18.	5 21.6	+27 26	403 200	29.64	0.688	18.20	3.90	-5.56	-2.94
2.19.	6 15.2	+28 09	405 000	29.50	0.772	30.36	2.62	-6.20	2.11
2.20.	7 08.6	+27 34	405 800	29.45	0.845	42.51	1.32	-6.56	7.04
2.21.	8 00.8	+25 44	405 500	29.47	0.907	54.66	0.04	-6.64	11.56
2.22.	8 51.4	+22 45	404 400	29.55	0.954	66.80	-1.17	-6.44	15.40
2.23.	9 39.8	+18 47	402 500	29.69	0.985	78.95	-2.29	-5.95	18.41
2.24.	10 26.4	+14 01	400 200	29.86	0.998	91.09	-3.31	-5.18	20.52
2.25.	11 11.5	+8 38	397 400	30.07	0.993	103.23	-4.19	-4.17	21.74
2.26.	11 55.9	+2 52	394 400	30.30	0.968	115.37	-4.94	-2.95	22.09
2.27.	12 40.5	-3 07	391 100	30.56	0.924	127.52	-5.53	-1.56	21.57
2.28.	13 26.4	-9 04	387 600	30.83	0.861	139.67	-5.94	-0.08	20.17
3.01.	14 14.5	-14 44	383 900	31.12	0.781	151.82	-6.14	1.44	17.84
3.02.	15 06.0	-19 50	380 100	31.44	0.687	163.98	-6.09	2.91	14.50
3.03.	16 01.6	-24 02	376 300	31.76	0.583	176.15	-5.75	4.24	10.13
3.04.	17 01.5	-26 57	372 500	32.08	0.471	188.32	-5.11	5.36	4.83
3.05.	18 04.9	-28 13	369 100	32.38	0.359	200.50	-4.14	6.18	-1.12
3.06.	19 09.8	-27 38	366 200	32.63	0.252	212.69	-2.88	6.64	-7.14
3.07.	20 14.0	-25 09	364 100	32.82	0.157	224.88	-1.38	6.66	-12.60
3.08.	21 15.4	-20 58	363 200	32.90	0.081	237.08	0.25	6.25	-16.97
3.09.	22 13.2	-15 29	363 800	32.85	0.028	249.29	1.88	5.42	-19.99
3.10.	23 07.4	-9 10	365 700	32.67	0.003	261.50	3.39	4.24	-21.66
3.11.	23 58.9	-2 27	369 100	32.38	0.006	273.71	4.63	2.80	-22.07
3.12.	0 48.8	+4 15	373 600	31.98	0.035	285.92	5.53	1.22	-21.38
3.13.	1 38.2	+10 34	378 900	31.54	0.086	298.12	6.02	-0.39	-19.68
3.14.	2 27.9	+16 13	384 600	31.07	0.156	310.33	6.10	-1.94	-17.05
3.15.	3 18.7	+20 59	390 100	30.63	0.238	322.53	5.80	-3.34	-13.58
3.16.	4 10.9	+24 39	395 200	30.24	0.329	334.72	5.15	-4.54	-9.36
3.17.	5 04.3	+27 06	399 400	29.92	0.424	346.91	4.24	-5.51	-4.59
3.18.	5 58.4	+28 15	402 400	29.69	0.520	359.10	3.13	-6.22	0.48
3.19.	6 52.3	+28 03	404 300	29.56	0.614	11.28	1.90	-6.64	5.52
3.20.	7 45.1	+26 34	404 800	29.52	0.703	23.45	0.62	-6.79	10.21
3.21.	8 36.1	+23 54	404 200	29.56	0.785	35.62	-0.63	-6.64	14.27
3.22.	9 25.1	+20 12	402 500	29.69	0.858	47.79	-1.81	-6.20	17.54
3.23.	10 12.2	+15 37	399 900	29.88	0.918	59.95	-2.85	-5.48	19.93
3.24.	10 57.8	+10 22	396 700	30.12	0.964	72.11	-3.73	-4.50	21.44
3.25.	11 42.7	+4 37	393 200	30.39	0.992	84.27	-4.42	-3.29	22.06
3.26.	12 27.7	-1 26	389 500	30.68	1.000	96.42	-4.90	-1.90	21.80
3.27.	13 13.8	-7 32	385 900	30.97	0.986	108.58	-5.16	-0.39	20.64
3.28.	14 02.0	-13 25	382 500	31.24	0.951	120.74	-5.20	1.18	18.53
3.29.	14 53.3	-18 47	379 400	31.50	0.894	132.90	-5.01	2.70	15.41
3.30.	15 48.5	-23 17	376 600	31.73	0.817	145.07	-4.61	4.10	11.25
3.31.	16 47.6	-26 32	374 200	31.93	0.724	157.24	-4.01	5.28	6.13
4.01.	17 49.9	-28 12	372 200	32.11	0.618	169.42	-3.21	6.16	0.33
4.02.	18 53.8	-28 04	370 500	32.25	0.505	181.60	-2.24	6.68	-5.64
4.03.	19 56.9	-26 06	369 200	32.36	0.391	193.80	-1.15	6.80	-11.18
4.04.	20 57.4	-22 27	368 600	32.42	0.282	206.00	0.03	6.49	-15.76

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	$\Delta$ km	$\varnothing$ '	fázis	$C_N$ °	$L_H$ °	$B_H$ °	$P_H$ °
4.05.	21 54.5	-17 29	368 600	32.42	0.184	218.21	1.22	5.78	-19.12
4.06.	22 48.3	-11 33	369 500	32.34	0.103	230.42	2.36	4.72	-21.18
4.07.	23 39.4	-5 03	371 300	32.19	0.044	242.64	3.37	3.36	-22.03
4.08.	0 29.0	+1 36	374 000	31.95	0.009	254.86	4.19	1.82	-21.77
4.09.	1 18.1	+8 05	377 600	31.64	0.000	267.09	4.75	0.20	-20.48
4.10.	2 07.7	+14 04	381 900	31.29	0.016	279.31	5.02	-1.40	-18.23
4.11.	2 58.4	+19 16	386 600	30.91	0.053	291.54	4.99	-2.89	-15.07
4.12.	3 50.7	+23 27	391 300	30.54	0.109	303.76	4.64	-4.20	-11.08
4.13.	4 44.6	+26 25	395 700	30.20	0.180	315.98	4.02	-5.27	-6.42
4.14.	5 39.3	+28 03	399 500	29.91	0.262	328.20	3.15	-6.07	-1.35
4.15.	6 34.0	+28 19	402 300	29.71	0.350	340.41	2.08	-6.59	3.79
4.16.	7 27.6	+27 15	403 900	29.58	0.444	352.61	0.89	-6.82	8.66
4.17.	8 19.4	+24 57	404 300	29.56	0.538	4.81	-0.37	-6.76	12.96
4.18.	9 08.9	+21 35	403 300	29.63	0.632	17.00	-1.62	-6.41	16.50
4.19.	9 56.3	+17 18	401 200	29.79	0.721	29.19	-2.78	-5.77	19.18
4.20.	10 42.1	+12 17	398 000	30.02	0.804	41.38	-3.80	-4.87	20.99
4.21.	11 26.9	+6 42	394 000	30.33	0.876	53.56	-4.60	-3.73	21.92
4.22.	12 11.8	+0 44	389 600	30.67	0.935	65.73	-5.15	-2.38	21.97
4.23.	12 57.7	-5 25	385 000	31.04	0.977	77.91	-5.40	-0.89	21.13
4.24.	13 45.7	-11 30	380 600	31.39	0.998	90.08	-5.35	0.69	19.34
4.25.	14 36.9	-17 10	376 800	31.72	0.996	102.25	-4.99	2.27	16.51
4.26.	15 32.0	-22 05	373 600	31.99	0.969	114.42	-4.34	3.74	12.58
4.27.	16 31.4	-25 48	371 200	32.19	0.917	126.60	-3.47	5.01	7.60
4.28.	17 34.4	-27 56	369 800	32.32	0.844	138.78	-2.42	5.98	1.83
4.29.	18 39.0	-28 15	369 100	32.38	0.751	150.96	-1.28	6.59	-4.24
4.30.	19 42.9	-26 40	369 100	32.37	0.645	163.15	-0.11	6.79	-9.96
5.01.	20 44.0	-23 24	369 800	32.32	0.532	175.35	1.02	6.57	-14.79
5.02.	21 41.2	-18 45	370 900	32.22	0.417	187.56	2.06	5.95	-18.40
5.03.	22 34.8	-13 07	372 500	32.08	0.308	199.77	2.95	4.97	-20.75
5.04.	23 25.4	-6 53	374 600	31.90	0.209	211.99	3.68	3.71	-21.89
5.05.	0 14.1	-0 24	377 000	31.70	0.126	224.22	4.22	2.25	-21.95
5.06.	1 02.2	+6 01	379 900	31.45	0.063	236.45	4.57	0.69	-21.01
5.07.	1 50.7	+12 05	383 200	31 18	0.021	248.69	4.71	-0.90	-19.11
5.08.	2 40.4	+17 31	386 800	30.89	0.002	260.93	4.64	-2.40	-16.30
5.09.	3 31.9	+22 03	390 600	30.59	0.005	273.17	4.34	-3.76	-12.61
5.10.	4 25.3	+25 28	394 400	30.30	0.029	285.41	3.83	-4.90	-8.16
5.11.	5 20.1	+27 35	397 900	30.03	0.072	297.64	3.11	-5.79	-3.19
5.12.	6 15.3	+28 19	400 900	29.81	0.130	309.88	2.19	-6.40	2.00
5.13.	7 09.7	+27 41	403 200	29.64	0.202	322.11	1.11	-6.71	7.03
5.14.	8 02.3	+25 46	404 400	29.55	0.283	334.34	-0.10	-6.73	11.55
5.15.	8 52.5	+22 44	404 500	29.54	0.372	346.56	-1.36	-6.46	15.36
5.16.	9 40.3	+18 46	403 300	29.63	0.466	358.78	-2.63	-5.91	18.32
5.17.	10 26.1	+14 02	400 900	29.81	0.561	10.99	-3.83	-5.10	20.42
5.18.	11 10.6	+8 42	397 300	30.08	0.656	23.20	-4.87	-4.05	21.65
5.19.	11 54.8	+2 56	392 800	30.42	0.747	35.40	-5.67	-2.80	22.04
5.20.	12 39.7	-3 06	387 600	30.83	0.830	47.59	-6.18	-1.38	21.56
5.21.	13 26.5	-9 11	382 100	31.27	0.902	59.78	-6.32	0.15	20.16
5.22.	14 16.5	-15 03	376 800	31.71	0.956	71.97	-6.05	1.72	17.75

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	$\Delta$ km	$\phi$ '	fázis	$C_N$ °	$L_H$ °	$B_H$ °	$P_H$ °
5.23.	15 10.5	-20 20	372 100	32.12	0.990	84.15	-5.38	3.23	14.22
5.24.	16 09.4	-24 35	368 200	32.45	0.999	96.33	-4.34	4.57	9.54
5.25.	17 12.8	-27 21	365 600	32.68	0.980	108.52	-3.00	5.65	3.87
5.26.	18 18.9	-28 16	364 400	32.80	0.935	120.70	-1.47	6.37	-2.33
5.27.	19 25.1	-27 11	364 400	32.79	0.864	132.89	0.12	6.67	-8.38
5.28.	20 28.6	-24 15	365 700	32.68	0.774	145.08	1.63	6.53	-13.61
5.29.	21 27.9	-19 49	367 900	32.48	0.669	157.28	2.96	5.97	-17.61
5.30.	22 22.8	-14 19	370 800	32.23	0.557	169.49	4.04	5.05	-20.28
5.31.	23 14.0	-8 11	374 100	31.95	0.444	181.71	4.83	3.85	-21.70
6.01.	0 02.8	-1 47	377 600	31.65	0.336	193.93	5.32	2.44	-22.01
6.02.	0 50.4	+4 35	381 200	31.34	0.237	206.16	5.55	0.93	-21.32
6.03.	1 37.9	+10 39	384 800	31.05	0.153	218.39	5.53	-0.61	-19.70
6.04.	2 26.5	+16 09	388 400	30.77	0.086	230.63	5.30	-2.09	-17.18
6.05.	3 16.8	+20 52	391 900	30.49	0.037	242.88	4.88	-3.44	-13.78
6.06.	4 09.1	+24 33	395 200	30.24	0.009	255.13	4.30	-4.60	-9.59
6.07.	5 03.2	+27 02	398 200	30.01	0.001	267.38	3.55	-5.52	-4.78
6.08.	5 58.2	+28 09	400 900	29.80	0.013	279.63	2.66	-6.17	0.36
6.09.	6 53.0	+27 54	403 200	29.64	0.043	291.87	1.63	-6.54	5.46
6.10.	7 46.2	+26 20	404 700	29.52	0.090	304.12	0.48	-6.62	10.18
6.11.	8 37.2	+23 37	405 500	29.47	0.151	316.36	-0.77	-6.40	14.22
6.12.	9 25.5	+19 55	405 200	29.49	0.225	328.60	-2.07	-5.91	17.44
6.13.	10 11.5	+15 25	403 800	29.59	0.308	340.84	-3.38	-5.17	19.80
6.14.	10 55.8	+10 19	401 300	29.78	0.399	353.06	-4.62	-4.19	21.30
6.15.	11 39.3	+4 46	397 600	30.05	0.496	5.29	-5.71	-3.02	21.97
6.16.	12 23.0	-1 04	392 900	30.42	0.594	17.50	-6.57	-1.68	21.82
6.17.	13 08.1	-7 02	387 300	30.85	0.692	29.72	-7.11	-0.23	20.81
6.18.	13 55.8	-12 53	381 300	31.34	0.785	41.92	-7.25	1.27	18.86
6.19.	14 47.4	-18 20	375 300	31.84	0.867	54.12	-6.93	2.76	15.85
6.20.	15 44.0	-23 00	369 700	32.33	0.933	66.31	-6.13	4.13	11.68
6.21.	16 45.8	-26 25	365 000	32.74	0.979	78.50	-4.86	5.27	6.37
6.22.	17 51.9	-28 06	361 600	33.05	0.998	90.69	-3.20	6.10	0.24
6.23.	18 59.8	-27 45	359 900	33.20	0.988	102.88	-1.30	6.52	-6.08
6.24.	20 06.3	-25 21	359 900	33.20	0.949	115.07	0.68	6.49	-11.83
6.25.	21 09.0	-21 13	361 600	33.05	0.883	127.26	2.55	6.01	-16.41
6.26.	22 06.9	-15 49	364 600	32.77	0.796	139.46	4.16	5.13	-19.59
6.27.	23 00.5	-9 38	368 700	32.41	0.695	151.66	5.42	3.94	-21.41
6.28.	23 50.8	-3 08	373 400	32.01	0.586	163.87	6.28	2.54	-22.01
6.29.	0 39.1	+3 20	378 300	31.59	0.476	176.09	6.73	1.03	-21.57
6.30.	1 26.8	+9 30	383 200	31.18	0.369	188.32	6.83	-0.50	-20.16
7.01.	2 15.0	+15 08	387 800	30.81	0.272	200.55	6.61	-1.97	-17.86
7.02.	3 04.6	+19 59	392 000	30.48	0.186	212.79	6.15	-3.31	-14.69
7.03.	3 56.0	+23 52	395 700	30.20	0.114	225.03	5.48	-4.46	-10.72
7.04.	4 49.3	+26 35	398 900	29.95	0.060	237.27	4.66	-5.39	-6.09
7.05.	5 43.8	+28 00	401 600	29.76	0.023	249.52	3.70	-6.06	-1.04
7.06.	6 38.4	+28 04	403 700	29.60	0.004	261.78	2.64	-6.45	4.08
7.07.	7 31.9	+26 49	405 300	29.49	0.004	274.03	1.48	-6.54	8.91
7.08.	8 23.4	+24 21	406 200	29.42	0.022	286.28	0.24	-6.36	13.14
7.09.	9 12.4	+20 51	406 300	29.41	0.058	298.53	-1.05	-5.89	16.59



dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	$\Delta$ km	$\varphi$ '	fázis	$C_N$ °	$L_H$ °	$B_H$ °	$P_H$ °
7.10.	9 58.9	+16 32	405 700	29.45	0.109	310.78	-2.38	-5.18	19.19
7.11.	10 43.3	+11 35	404 100	29.57	0.174	323.02	-3.70	-4.24	20.92
7.12.	11 26.5	+6 11	401 600	29.76	0.252	335.26	-4.95	-3.10	21.83
7.13.	12 09.3	+0 29	398 000	30.02	0.340	347.49	-6.07	-1.81	21.94
7.14.	12 53.0	-5 21	393 500	30.37	0.437	359.72	-6.97	-0.42	21.24
7.15.	13 38.6	-11 07	388 100	30.79	0.538	11.94	-7.57	1.03	19.67
7.16.	14 27.4	-16 35	382 100	31.27	0.641	24.16	-7.77	2.47	17.14
7.17.	15 20.6	-21 27	375 900	31.79	0.742	36.36	-7.51	3.82	13.52
7.18.	16 19.1	-25 19	369 800	32.31	0.833	48.56	-6.74	5.00	8.77
7.19.	17 22.7	-27 42	364 500	32.79	0.910	60.76	-5.46	5.90	3.02
7.20.	18 29.8	-28 12	360 300	33.16	0.966	72.95	-3.73	6.43	-3.28
7.21.	19 37.6	-26 37	357 800	33.40	0.995	85.14	-1.69	6.53	-9.40
7.22.	20 43.1	-23 03	357 200	33.45	0.994	97.32	0.48	6.16	-14.60
7.23.	21 44.3	-17 56	358 500	33.33	0.962	109.51	2.58	5.35	-18.45
7.24.	22 41.1	-11 46	361 600	33.05	0.904	121.70	4.44	4.18	-20.86
7.25.	23 34.0	-5 06	366 000	32.65	0.823	133.90	5.91	2.76	-21.92
7.26.	0 24.4	+1 39	371 400	32.17	0.727	146.10	6.93	1.20	-21.80
7.27.	1 13.4	+8 06	377 300	31.67	0.623	158.30	7.48	-0.38	-20.65
7.28.	2 02.4	+14 00	383 100	31.19	0.516	170.52	7.61	-1.90	-18.56
7.29.	2 52.3	+19 07	388 700	30.75	0.412	182.74	7.37	-3.27	-15.57
7.30.	3 43.6	+23 15	393 600	30.36	0.314	194.96	6.82	-4.45	-11.76
7.31.	4 36.6	+26 14	397 800	30.04	0.226	207.20	6.03	-5.39	-7.26
8.01.	5 30.7	+27 56	401 100	29.79	0.150	219.43	5.06	-6.07	-2.30
8.02.	6 25.2	+28 16	403 600	29.61	0.089	231.68	3.97	-6.48	2.82
8.03.	7 18.9	+27 17	405 400	29.48	0.043	243.92	2.78	-6.59	7.73
8.04.	8 10.8	+25 04	406 300	29.41	0.013	256.17	1.53	-6.42	12.12
8.05.	9 00.4	+21 46	406 600	29.39	0.002	268.42	0.24	-5.97	15.77
8.06.	9 47.4	+17 35	406 200	29.42	0.008	280.66	-1.08	-5.26	18.58
8.07.	10 32.3	+12 44	405 100	29.50	0.032	292.91	-2.39	-4.32	20.53
8.08.	11 15.6	+7 23	403 300	29.63	0.074	305.15	-3.66	-3.19	21.66
8.09.	11 58.3	+1 44	400 800	29.81	0.132	317.39	-4.85	-1.91	21.97
8.10.	12 41.3	-4 03	397 500	30.06	0.204	329.63	-5.91	-0.52	21.50
8.11.	13 25.6	-9 47	393 400	30.38	0.290	341.86	-6.77	0.91	20.20
8.12.	14 12.4	-15 16	388 600	30.75	0.386	354.09	-7.35	2.33	18.01
8.13.	15 02.9	-20 13	383 200	31.18	0.490	6.30	-7.59	3.68	14.83
8.14.	15 58.0	-24 20	377 500	31.66	0.597	18.52	-7.40	4.86	10.59
8.15.	16 58.0	-27 11	371 700	32.15	0.703	30.72	-6.75	5.81	5.34
8.16.	18 02.2	-28 24	366 400	32.61	0.802	42.91	-5.62	6.43	-0.65
8.17.	19 08.5	-27 39	361 900	33.02	0.887	55.10	-4.05	6.65	-6.80
8.18.	20 14.3	-24 55	358 800	33.30	0.952	67.29	-2.14	6.42	-12.39
8.19.	21 17.2	-20 24	357 400	33.43	0.990	79.47	-0.05	5.74	-16.86
8.20.	22 16.3	-14 33	358 000	33.38	0.998	91.65	2.04	4.65	-19.93
8.21.	23 11.6	-7 52	360 400	33.16	0.976	103.83	3.95	3.24	-21.59
8.22.	0 04.2	-0 54	364 400	32.79	0.926	116.01	5.54	1.64	-21.97
8.23.	0 55.1	+5 57	369 700	32.32	0.854	128.20	6.70	-0.03	-21.20
8.24.	1 45.5	+12 17	375 800	31.80	0.766	140.39	7.40	-1.64	-19.39
8.25.	2 36.5	+17 51	382 000	31.28	0.668	152.58	7.64	-3.12	-16.62
8.26.	3 28.6	+22 24	388 100	30.79	0.566	164.79	7.48	-4.38	-12.97



dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	$\Delta$ km	$\varphi$ °	fázis	$C_N$ °	$L_H$ °	$B_H$ °	$P_H$ °
8.27.	4 22.1	+25 45	393 500	30.37	0.465	176.99	6.97	-5.39	-8.57
8.28.	5 16.7	+27 48	398 100	30.02	0.367	189.21	6.18	-6.13	-3.65
8.29.	6 11.5	+28 29	401 700	29.75	0.277	201.43	5.17	-6.57	1.49
8.30.	7 05.6	+27 47	404 200	29.56	0.196	213.65	4.02	-6.72	6.50
8.31.	7 58.0	+25 50	405 700	29.46	0.126	225.88	2.77	-6.58	11.04
9.01.	8 48.1	+22 45	406 200	29.42	0.070	238.12	1.47	-6.16	14.89
9.02.	9 35.7	+18 45	405 900	29.44	0.030	250.35	0.16	-5.47	17.92
9.03.	10 21.2	+14 00	404 900	29.52	0.007	262.59	-1.12	-4.54	20.09
9.04.	11 05.0	+8 42	403 200	29.64	0.001	274.83	-2.35	-3.41	21.43
9.05.	11 47.9	+3 02	401 000	29.80	0.014	287.06	-3.50	-2.11	21.95
9.06.	12 30.9	-2 47	398 300	30.00	0.046	299.30	-4.53	-0.71	21.68
9.07.	13 14.9	-8 36	395 200	30.24	0.096	311.53	-5.41	0.75	20.59
9.08.	14 01.0	-14 10	391 600	30.52	0.164	323.76	-6.09	2.20	18.64
9.09.	14 50.0	-19 14	387 500	30.83	0.247	335.98	-6.53	3.56	15.74
9.10.	15 43.1	-23 32	383 200	31.19	0.343	348.20	-6.67	4.77	11.84
9.11.	16 40.4	-26 41	378 500	31.57	0.448	0.40	-6.47	5.76	6.96
9.12.	17 41.7	-28 22	373 800	31.97	0.559	12.61	-5.90	6.44	1.31
9.13.	18 45.5	-28 16	369 300	32.36	0.669	24.80	-4.95	6.76	-4.66
9.14.	19 49.7	-26 17	365 400	32.71	0.774	36.99	-3.65	6.67	-10.35
9.15.	20 52.0	-22 31	362 400	32.98	0.865	49.17	-2.06	6.14	-15.17
9.16.	21 51.3	-17 15	360 700	33.13	0.936	61.34	-0.30	5.19	-18.76
9.17.	22 47.4	-10 55	360 600	33.14	0.982	73.51	1.50	3.88	-21.00
9.18.	23 40.9	-4 00	362 100	33.00	1.000	85.68	3.21	2.31	-21.94
9.19.	0 32.7	+3 02	365 300	32.71	0.988	97.84	4.69	0.60	-21.67
9.20.	1 24.1	+9 47	369 800	32.31	0.950	110.01	5.85	-1.10	-20.29
9.21.	2 16.0	+15 51	375 300	31.84	0.889	122.18	6.61	-2.69	-17.86
9.22.	3 09.1	+20 58	381 300	31.34	0.811	134.36	6.96	-4.09	-14.45
9.23.	4 03.5	+24 52	387 300	30.86	0.722	146.54	6.91	-5.22	-10.20
9.24.	4 59.1	+27 25	392 800	30.42	0.627	158.72	6.49	-6.06	-5.31
9.25.	5 55.0	+28 32	397 500	30.06	0.529	170.91	5.76	-6.59	-0.10
9.26.	6 50.1	+28 14	401 200	29.78	0.432	183.11	4.78	-6.82	5.04
9.27.	7 43.4	+26 36	403 800	29.60	0.339	195.31	3.62	-6.74	9.78
9.28.	8 34.3	+23 48	405 100	29.50	0.252	207.52	2.35	-6.37	13.85
9.29.	9 22.6	+20 02	405 200	29.49	0.175	219.73	1.04	-5.73	17.12
9.30.	10 08.5	+15 27	404 400	29.55	0.109	231.95	-0.25	-4.84	19.54
10.01.	10 52.8	+10 16	402 600	29.68	0.057	244.17	-1.48	-3.74	21.12
10.02.	11 36.1	+4 39	400 200	29.86	0.020	256.39	-2.60	-2.46	21.87
10.03.	12 19.3	-1 13	397 400	30.07	0.002	268.61	-3.57	-1.05	21.82
10.04.	13 03.4	-7 08	394 200	30.31	0.003	280.84	-4.35	0.43	20.95
10.05.	13 49.4	-12 52	390 900	30.57	0.025	293.06	-4.93	1.92	19.21
10.06.	14 38.2	-18 09	387 500	30.83	0.068	305.28	-5.29	3.33	16.52
10.07.	15 30.6	-22 41	384 200	31.11	0.130	317.49	-5.41	4.59	12.84
10.08.	16 27.0	-26 08	380 800	31.38	0.210	329.70	-5.28	5.63	8.17
10.09.	17 27.1	-28 10	377 500	31.65	0.306	341.90	-4.90	6.38	2.71
10.10.	18 29.5	-28 31	374 300	31.92	0.412	354.10	-4.27	6.77	-3.14
10.11.	19 32.2	-27 04	371 400	32.18	0.525	6.29	-3.40	6.77	-8.82
10.12.	20 33.4	-23 52	368 800	32.40	0.638	18.47	-2.34	6.37	-13.79
10.13.	21 31.7	-19 12	366 800	32.58	0.745	30.64	-1.11	5.56	-17.67

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	Δ km	ø '	fázis	C <sub>N</sub> °	L <sub>H</sub> °	B <sub>H</sub> °	P <sub>H</sub> °
10.14.	22 27.0	-13 22	365 600	32.68	0.840	42.81	0.21	4.39	-20.31
10.15.	23 19.9	-6 48	365 600	32.69	0.916	54.97	1.56	2.93	-21.70
10.16.	0 11.2	+0 07	366 700	32.59	0.970	67.12	2.85	1.29	-21.91
10.17.	1 02.2	+6 57	369 100	32.38	0.997	79.28	4.00	-0.42	-21.01
10.18.	1 53.7	+13 21	372 700	32.07	0.997	91.43	4.93	-2.07	-19.04
10.19.	2 46.7	+18 57	377 200	31.68	0.972	103.58	5.58	-3.57	-16.01
10.20.	3 41.4	+23 27	382 300	31.26	0.924	115.73	5.90	-4.83	-12.03
10.21.	4 37.7	+26 36	387 600	30.83	0.860	127.89	5.88	-5.79	-7.27
10.22.	5 34.7	+28 18	392 700	30.43	0.781	140.05	5.51	-6.44	-2.05
10.23.	6 31.2	+28 29	397 200	30.08	0.694	152.22	4.83	-6.77	3.25
10.24.	7 26.0	+27 16	400 800	29.81	0.601	164.39	3.90	-6.78	8.23
10.25.	8 18.1	+24 49	403 200	29.63	0.506	176.57	2.75	-6.49	12.58
10.26.	9 07.3	+21 19	404 400	29.55	0.412	188.75	1.49	-5.92	16.13
10.27.	9 54.0	+16 58	404 300	29.56	0.321	200.94	0.17	-5.10	18.82
10.28.	10 38.6	+11 59	402 900	29.66	0.236	213.13	-1.13	-4.06	20.67
10.29.	11 22.0	+6 30	400 500	29.83	0.160	225.33	-2.32	-2.84	21.70
10.30.	12 05.1	+0 42	397 300	30.07	0.095	237.53	-3.34	-1.47	21.92
10.31.	12 49.0	-5 14	393 600	30.36	0.045	249.73	-4.14	-0.01	21.32
11.01.	13 34.7	-11 05	389 600	30.67	0.012	261.94	-4.67	1.49	19.86
11.02.	14 23.3	-16 37	385 700	30.98	0.000	274.15	-4.91	2.94	17.45
11.03.	15 15.5	-21 28	382 000	31.28	0.011	286.35	-4.86	4.25	13.99
11.04.	16 12.0	-25 19	378 700	31.55	0.045	298.56	-4.53	5.36	9.50
11.05.	17 12.3	-27 46	376 000	31.78	0.101	310.76	-3.96	6.18	4.12
11.06.	18 15.1	-28 31	373 800	31.97	0.178	322.95	-3.21	6.65	-1.75
11.07.	19 18.2	-27 28	372 100	32.11	0.272	335.14	-2.32	6.72	-7.55
11.08.	20 19.6	-24 39	371 000	32.21	0.379	347.33	-1.35	6.39	-12.70
11.09.	21 17.9	-20 21	370 300	32.27	0.492	359.50	-0.35	5.68	-16.81
11.10.	22 12.7	-14 54	370 000	32.30	0.606	11.67	0.65	4.61	-19.70
11.11.	23 04.7	-8 40	370 300	32.27	0.714	23.83	1.60	3.27	-21.40
11.12.	23 54.9	-2 02	371 100	32.20	0.811	35.99	2.50	1.73	-21.96
11.13.	0 44.5	+4 40	372 600	32.07	0.891	48.13	3.31	0.09	-21.45
11.14.	1 34.6	+11 05	374 900	31.88	0.950	60.28	4.00	-1.53	-19.90
11.15.	2 26.1	+16 55	377 900	31.63	0.987	72.42	4.54	-3.04	-17.31
11.16.	3 19.8	+21 48	381 500	31.32	0.999	84.56	4.89	-4.36	-13.72
11.17.	4 15.5	+25 29	385 600	30.99	0.988	96.69	5.00	-5.41	-9.24
11.18.	5 12.8	+27 44	389 900	30.65	0.956	108.83	4.86	-6.16	-4.12
11.19.	6 10.2	+28 28	394 200	30.31	0.906	120.97	4.43	-6.58	1.25
11.20.	7 06.4	+27 44	398 000	30.02	0.841	133.12	3.74	-6.68	6.44
11.21.	8 00.0	+25 39	401 200	29.79	0.764	145.27	2.79	-6.47	11.09
11.22.	8 50.6	+22 28	403 300	29.63	0.679	157.42	1.64	-5.97	14.95
11.23.	9 38.1	+18 23	404 300	29.55	0.588	169.58	0.36	-5.22	17.95
11.24.	10 23.2	+13 37	404 000	29.58	0.494	181.74	-0.99	-4.26	20.09
11.25.	11 06.6	+8 20	402 400	29.70	0.400	193.91	-2.31	-3.10	21.40
11.26.	11 49.3	+2 42	399 600	29.91	0.309	206.09	-3.52	-1.80	21.92
11.27.	12 32.5	-3 08	395 700	30.20	0.222	218.27	-4.52	-0.40	21.64
11.28.	13 17.1	-9 00	391 100	30.55	0.145	230.45	-5.23	1.06	20.53
11.29.	14 04.5	-14 38	386 100	30.95	0.080	242.64	-5.60	2.49	18.49
11.30.	14 55.6	-19 47	381 200	31.35	0.033	254.83	-5.58	3.84	15.42

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	Δ km	ø ′	fázis	C <sub>N</sub> °	L <sub>H</sub> °	B <sub>H</sub> °	P <sub>H</sub> °
12.01.	15 51.3	-24 04	376 600	31.73	0.006	267.03	-5.16	5.00	11.25
12.02.	16 51.6	-27 03	372 800	32.06	0.003	279.22	-4.39	5.90	6.05
12.03.	17 55.4	-28 23	369 900	32.31	0.027	291.42	-3.32	6.45	0.13
12.04.	19 00.4	-27 48	368 100	32.46	0.075	303.61	-2.08	6.60	-5.91
12.05.	20 03.9	-25 22	367 400	32.53	0.148	315.79	-0.76	6.34	-11.41
12.06.	21 04.1	-21 18	367 700	32.50	0.239	327.97	0.53	5.67	-15.89
12.07.	22 00.4	-16 01	368 800	32.41	0.344	340.15	1.69	4.65	-19.11
12.08.	22 53.0	-9 55	370 500	32.26	0.456	352.32	2.69	3.35	-21.09
12.09.	23 43.1	-3 24	372 600	32.07	0.569	4.48	3.49	1.86	-21.91
12.10.	0 32.0	+3 11	375 100	31.86	0.677	16.63	4.10	0.29	-21.67
12.11.	1 20.8	+9 33	377 800	31.63	0.775	28.78	4.53	-1.28	-20.43
12.12.	2 10.8	+15 24	380 700	31.39	0.858	40.92	4.81	-2.76	-18.19
12.13.	3 02.7	+20 28	383 800	31.14	0.924	53.05	4.93	-4.07	-14.97
12.14.	3 57.0	+24 26	387 100	30.87	0.969	65.18	4.89	-5.14	-10.83
12.15.	4 53.2	+27 06	390 500	30.60	0.994	77.31	4.68	-5.92	-5.95
12.16.	5 50.4	+28 19	393 900	30.34	0.997	89.44	4.29	-6.40	-0.65
12.17.	6 47.1	+28 01	397 200	30.08	0.981	101.57	3.68	-6.56	4.65
12.18.	7 41.9	+26 21	400 200	29.86	0.946	113.70	2.86	-6.40	9.52
12.19.	8 33.7	+23 28	402 600	29.68	0.895	125.84	1.84	-5.96	13.69
12.20.	9 22.3	+19 37	404 300	29.55	0.830	137.97	0.64	-5.25	17.00
12.21.	10 08.1	+15 02	405 000	29.50	0.754	150.12	-0.68	-4.33	19.43
12.22.	10 51.8	+9 55	404 500	29.54	0.670	162.26	-2.07	-3.22	21.01
12.23.	11 34.2	+4 26	402 800	29.66	0.579	174.41	-3.44	-1.97	21.81
12.24.	12 16.5	-1 16	399 900	29.88	0.484	186.57	-4.69	-0.62	21.83
12.25.	12 59.7	-7 01	395 800	30.19	0.387	198.74	-5.74	0.78	21.06
12.26.	13 45.1	-12 39	390 700	30.58	0.293	210.90	-6.48	2.18	19.44
12.27.	14 33.8	-17 55	385 100	31.03	0.204	223.08	-6.83	3.51	16.85
12.28.	15 27.1	-22 30	379 200	31.52	0.126	235.26	-6.72	4.69	13.19
12.29.	16 25.4	-26 02	373 500	31.99	0.062	247.44	-6.14	5.65	8.41
12.30.	17 28.4	-28 03	368 600	32.42	0.020	259.63	-5.09	6.29	2.70
12.31.	18 34.3	-28 13	364 800	32.76	0.002	271.82	-3.66	6.54	-3.47

## A Hold földközelen:

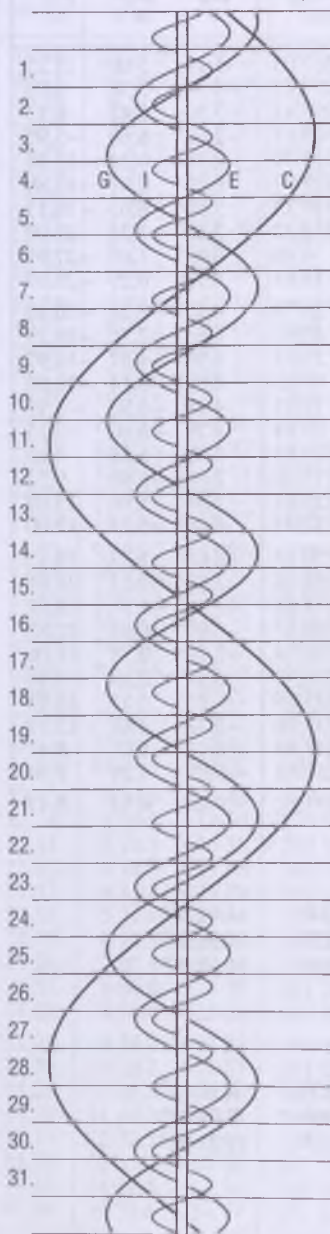
1.10.10 <sup>h</sup>	2.07.22 <sup>h</sup>	3.08.04 <sup>h</sup>	4.04.11 <sup>h</sup>
4.29.10 <sup>h</sup>	5.26.11 <sup>h</sup>	6.23.12 <sup>h</sup>	7.21.20 <sup>h</sup>
8.19.06 <sup>h</sup>	9.16.14 <sup>h</sup>	10.14.14 <sup>h</sup>	11.10.00 <sup>h</sup>
12.05.05 <sup>h</sup>			

## A Hold földtávolban:

1.23.19 <sup>h</sup>	2.20.05 <sup>h</sup>	3.19.23 <sup>h</sup>	4.16.19 <sup>h</sup>
5.14.14 <sup>h</sup>	6.11.06 <sup>h</sup>	7.08.18 <sup>h</sup>	8.04.22 <sup>h</sup>
9.01.03 <sup>h</sup>	9.28.15 <sup>h</sup>	10.26.10 <sup>h</sup>	11.23.06 <sup>h</sup>
12.21.03 <sup>h</sup>			



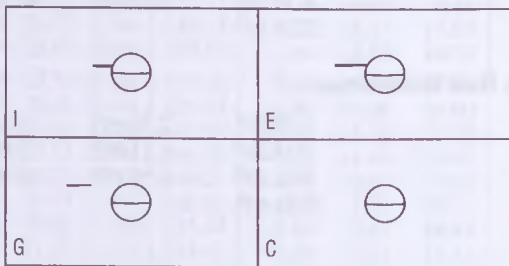
## Jupiter-holdak – január



UT hold J		UT hold J		UT hold J	
d	h m	d	h m	d	h m
1.	1 29 I fk	12.	1 20 E ek	21.	1 38 E mv
1.	4 54 I mv	12.	1 34 E áv	23.	4 29 I ák
2.	1 01 I áv	12.	3 57 E ev	24.	1 36 I fk
2.	2 13 I ev	16.	2 36 I ák	24.	4 59 I mv
2.	2 45 G ev	16.	3 07 G ák	25.	0 08 I ek
3.	2 04 E fk	16.	3 49 I ek	25.	1 09 I áv
5.	1 24 E ev	16.	4 48 I áv	25.	2 18 I ev
8.	3 22 I fk	16.	23 43 I fk	25.	23 26 I mv
9.	0 43 I ák	17.	3 08 I mv	26.	4 00 E ák
9.	1 56 I ek	18.	0 27 I ev	26.	23 54 G fv
9.	1 56 G áv	19.	1 26 E ák	27.	2 03 G mk
9.	2 55 I áv	19.	3 52 E ek	27.	4 24 G mv
9.	4 07 I ev	19.	4 07 E áv	27.	23 07 E fk
9.	4 17 G ek	20.	0 37 G mv	28.	4 07 E mv
10.	1 16 I mv			31.	3 29 I fk
10.	4 39 E fk				

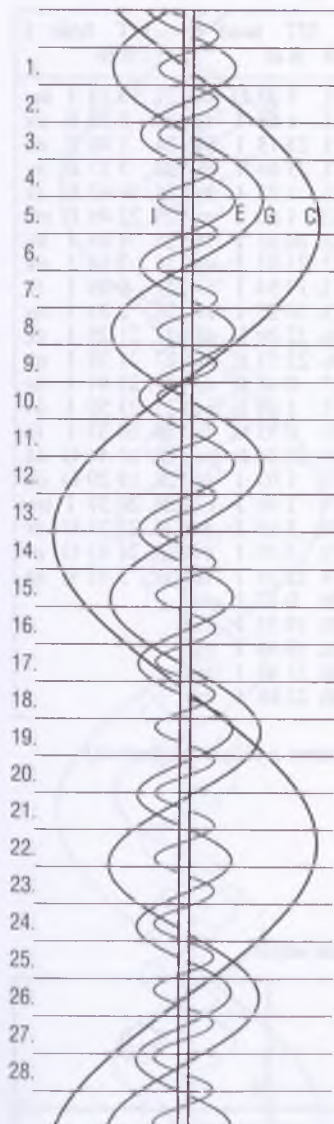
(A jelölések magyarázata a júliusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai





## Jupiter-holdak – február



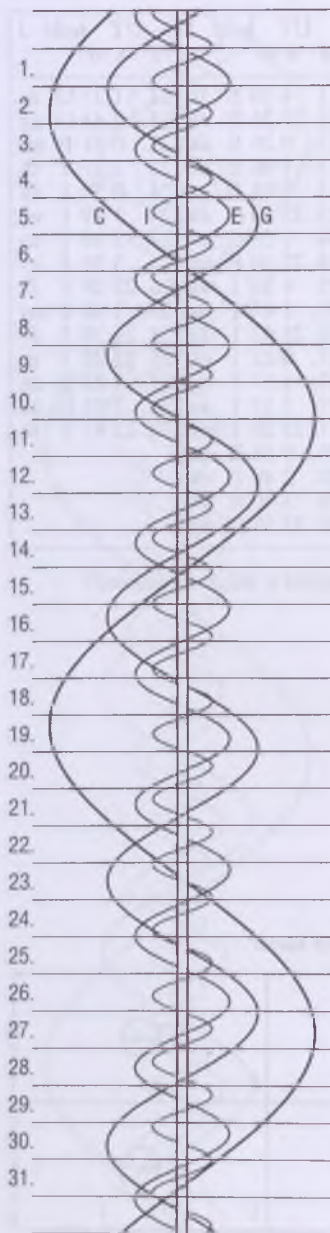
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
1. 0 51 I ák	11. 4 16 E fk	21. 1 37 G áv
1. 1 58 I ek	12. 22 24 E ák	21. 2 43 G ek
1. 3 02 I áv	13. 0 26 E ek	22. 0 31 E mv
1. 4 08 I ev	13. 1 06 E áv	23. 3 37 I fk
2. 1 16 I mv	13. 3 02 E ev	24. 0 58 I ák
2. 22 35 I ev	13. 23 10 G ek	24. 1 49 I ek
3. 1 05 G fk	14. 1 23 G ev	24. 3 10 I áv
3. 3 51 G fv	14. 22 10 E mv	24. 3 59 I ev
4. 1 42 E fk	15. 4 37 I ák	24. 22 05 I fk
5. 22 32 E áv	16. 1 44 I fk	25. 1 06 I mv
6. 0 38 E ev	16. 23 05 I ák	25. 21 39 I áv
8. 2 44 I ák	17. 0 02 I ek	25. 22 25 I ev
8. 3 47 I ek	17. 1 17 I áv	27. 3 33 E ák
8. 23 51 I fk	17. 2 12 I ev	28. 2 53 G ák
9. 3 05 I mv	17. 23 20 I mv	28. 22 42 E fk
9. 22 14 I ek	20. 0 58 E ák	
9. 23 24 I áv	20. 2 49 E ek	
10. 0 24 I ev	20. 3 40 E áv	
	20. 22 55 G ák	

(A jelölések magyarázata a júliusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

## Jupiter-holdak – március



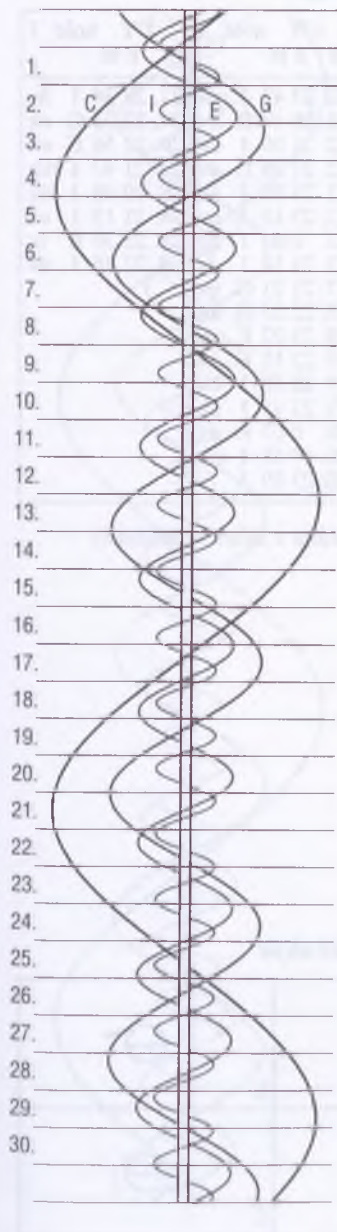
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
1. 2 50 E mv	11. 1 33 G mv	21. 19 13 I mv
2. 20 54 E ev	11. 1 53 I fk	24. 0 35 E ák
3. 2 52 I ák	11. 23 13 I ák	24. 1 08 E ek
3. 3 35 I ek	11. 23 46 I ek	24. 3 17 E áv
3. 22 10 G mv	12. 1 25 I áv	25. 19 42 E fk
3. 23 59 I fk	12. 1 56 I ev	25. 22 46 E mv
4. 2 52 I mv	12. 20 21 I fk	26. 3 01 I ák
4. 21 20 I ák	12. 23 03 I mv	26. 3 14 I ek
4. 22 01 I ek	13. 19 54 I áv	27. 0 09 I fk
4. 23 32 I áv	13. 20 22 I ev	27. 2 31 I mv
5. 0 11 I ev	16. 22 00 E ák	27. 21 29 I ák
5. 21 18 I mv	16. 22 53 E ek	27. 21 39 I ek
8. 1 17 E fk	17. 0 41 E áv	27. 23 41 I áv
9. 20 36 E ek	17. 1 29 E ev	27. 23 50 I ev
9. 22 06 E áv	18. 0 53 G fk	28. 18 37 I fk
9. 23 12 E ev	18. 20 32 E mv	28. 18 44 G ák
10. 20 54 G fk	19. 1 07 I ák	28. 19 29 G ek
	19. 1 30 I ek	28. 20 57 I mv
	19. 3 19 I áv	28. 21 21 G áv
	19. 3 40 I ev	28. 21 43 G ev
	19. 22 15 I fk	31. 3 11 E ák
	20. 0 47 I mv	
	20. 19 35 I ák	
	20. 19 56 I ek	
	20. 21 47 I áv	
	20. 22 06 I ev	

(A jelölések magyarázata a júliusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

## Jupiter-holdak – április



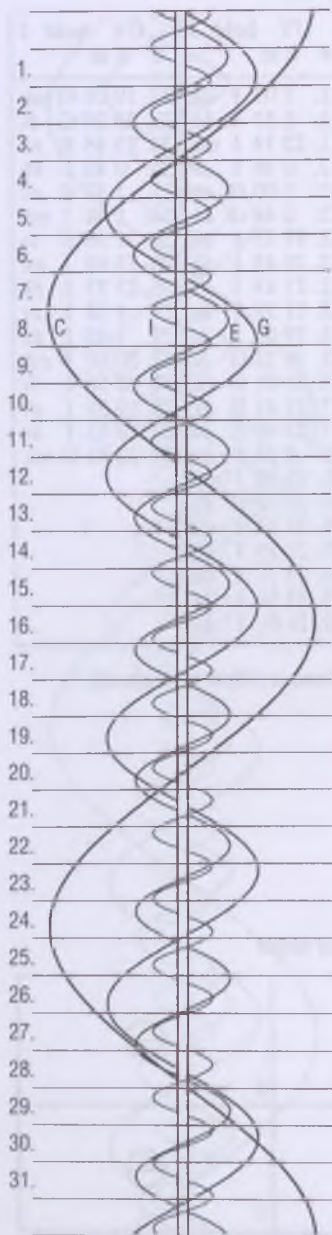
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
1. 22 17 E fk	11. 1 07 I ek	22. 19 01 G mk
2. 1 00 E mv	11. 1 17 I ák	22. 23 20 G fv
3. 2 03 I fk	11. 22 14 I mk	24. 23 18 E ek
3. 19 08 E ev	12. 0 38 I fv	25. 0 18 E ák
3. 19 10 E áv	12. 2 00 G ek	25. 1 57 E ev
3. 23 23 I ák	12. 2 42 G ák	26. 1 44 I mk
3. 23 23 I ek	12. 19 33 I ek	26. 21 56 E fv
4. 1 33 I ev	12. 19 45 I ák	26. 23 02 I ek
4. 1 35 I áv	12. 21 43 I ev	26. 23 33 I ák
4. 20 30 I mk	12. 21 57 I áv	27. 1 12 I ev
4. 22 43 G ák	13. 19 07 I fv	27. 1 45 I áv
4. 22 44 I fv	15. 19 22 G fv	27. 20 10 I mk
4. 22 45 G ek	17. 21 01 E ek	27. 22 56 I fv
5. 1 01 G ev	17. 21 41 E ák	28. 19 38 I ev
5. 1 19 G áv	17. 23 40 E ev	28. 20 13 I áv
5. 19 59 I ev	18. 0 23 E áv	29. 22 21 G mk
5. 20 03 I áv	18. 23 59 I mk	
9. 0 37 E mk	19. 19 22 E fv	
10. 18 46 E ek	19. 21 17 I ek	
10. 19 05 E ák	19. 21 39 I ák	
10. 21 24 E ev	19. 23 27 I ev	
10. 21 46 E áv	19. 23 51 I áv	
	20. 21 01 I fv	

(A jelölések magyarázata a júliusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

## Jupiter-holdak – május



UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
3. 20 31 E mk	11. 23 43 I mk	21. 20 24 I áv
4. 0 30 E fv	12. 19 47 E ev	24. 22 22 G ek
4. 0 47 I ek	12. 21 00 I ek	26. 21 56 E ek
4. 21 56 I mk	12. 21 30 E áv	27. 21 47 I mk
5. 0 51 I fv	12. 21 50 I ák	28. 20 08 I ák
5. 19 56 I ák	12. 23 11 I ev	28. 21 15 I ev
5. 21 24 I ev	13. 0 01 I áv	28. 21 30 E fv
5. 22 07 I áv	13. 21 14 I fv	28. 22 18 I áv
6. 19 19 I fv	17. 21 21 G ev	
10. 21 06 G áv	17. 22 35 G ák	
10. 22 49 E mk	19. 21 27 E ák	
	19. 22 11 E ev	
	19. 22 48 I ek	
	19. 23 45 I ák	
	20. 0 07 E áv	
	20. 19 58 I mk	
	20. 23 09 I fv	

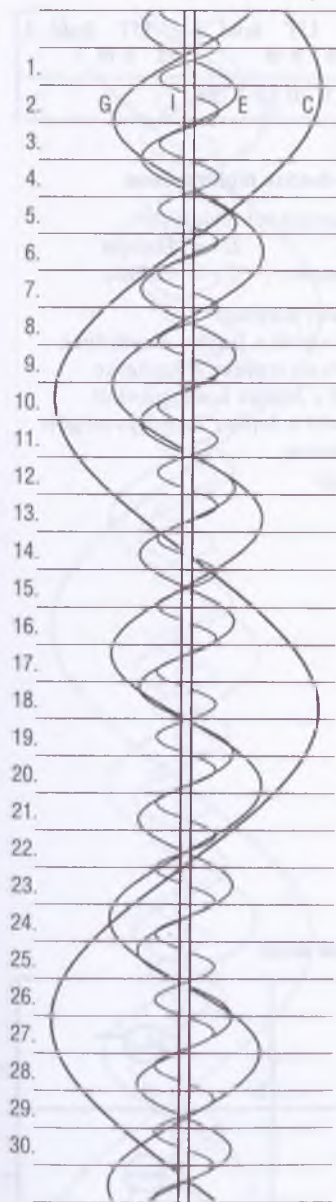
(A jelölések magyarázata a júliusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C



## Jupiter-holdak – június



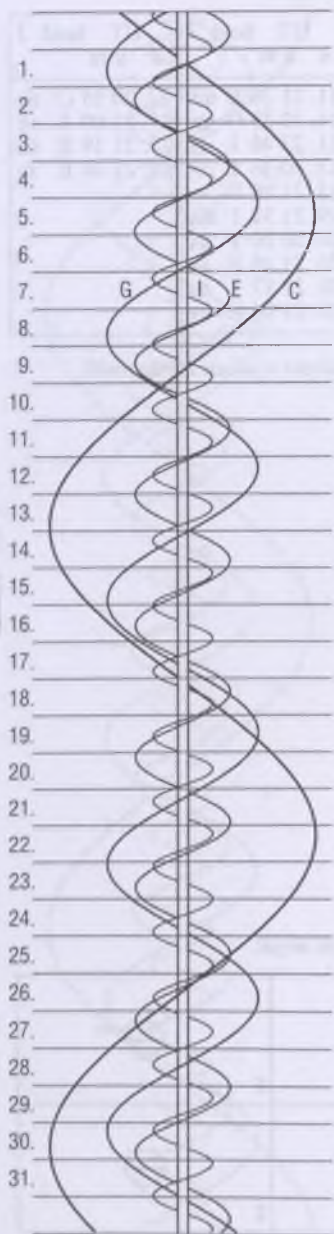
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
4. 20 41 G fk	11. 21 36 E mk	22. 20 55 G áv
4. 20 55 I ek	11. 22 23 G mv	27. 21 00 I ek
4. 22 02 I ák	11. 22 46 I ek	27. 21 18 E ek
4. 23 05 I ev	13. 20 36 I áv	29. 21 04 E fv
4. 23 09 G fv	13. 21 18 E áv	
5. 21 28 I fv	19. 21 51 I mk	
	20. 20 20 I ák	
	20. 21 16 E ák	
	20. 21 17 I ev	
	20. 21 24 E ev	

(A jelölések magyarázata a júliusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

## Jupiter-holdak – július



UT hold J	UT hold J	UT hold J
d h m	d h m	d h m
6. 20 48 I áv	13. 20 33 I ák	

## Jelölések a Jupiter-holdak táblázataiban

A holdakat kezdőbetűjükkel rövidítjük:

I = Io                      E = Europa  
G = Ganymedes        C = Callisto

J = a megfigyelhető jelenség:

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

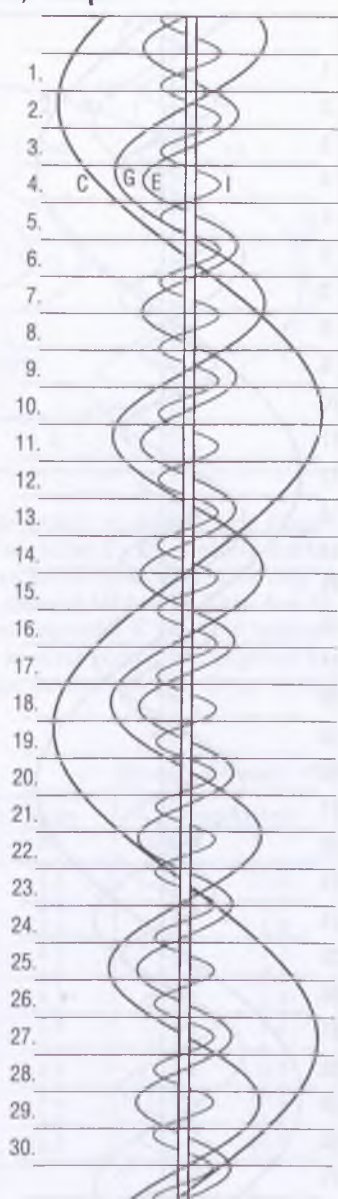
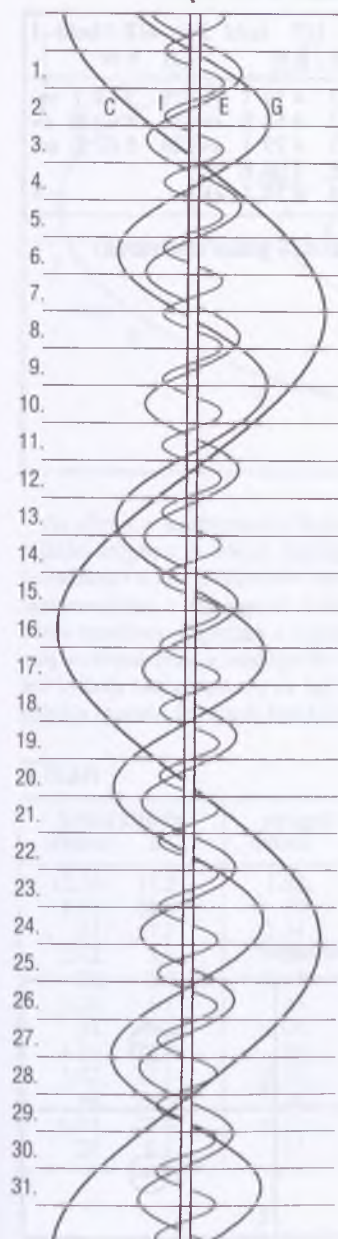
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

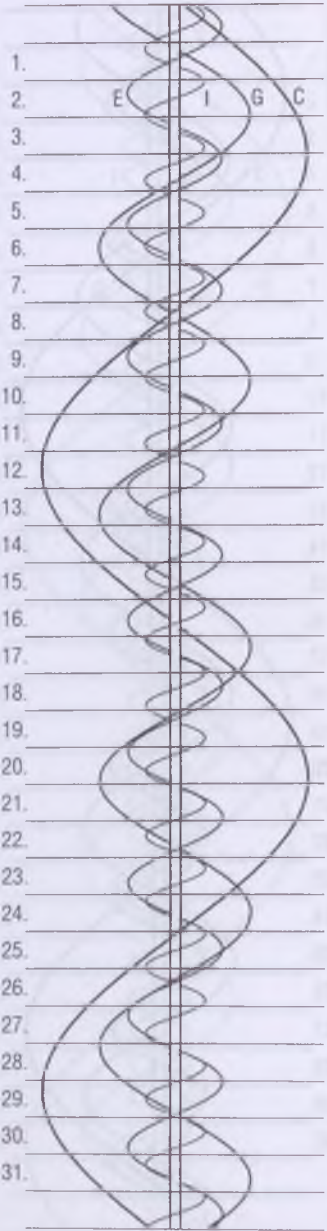
## A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

## Jupiter-holdak – augusztus, szeptember



Jupiter-holdak – december



UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
8. 4 15 G fk	12. 4 19 I fk	21. 3 44 I mv
	12. 4 57 E ev	26. 4 02 G áv
	13. 4 29 I ev	28. 5 02 E mv
	19. 5 08 E ek	
	20. 4 18 I ek	

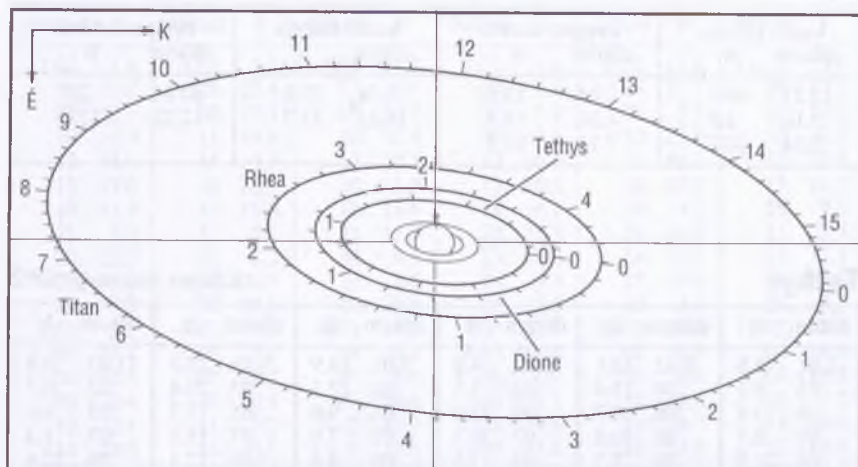
(A jelölések magyarázata a júliusi táblázatnál)

A holdak fogatkozási sávjai

I	E
G	C



## A Szaturnusz-holdak



Az ábrán a legfényesebb Szaturnusz-holdak pályája látható az aktuális évre átlagolt rálátási szögben. A holdak legnagyobb keleti kitérésének helyét 0 jelzi. A pályák mentén leolvasható a kitéréstől eltelt napok száma, a kisebb osztások 4 órának felelnek meg. A táblázatokban a legnagyobb keleti kitérés időpontja szerepel UT-ben. A Titan és a Iapetus esetében megadtuk a legnagyobb nyugati kitérés időpontját is. Egy hold helyének meghatározásához a megfigyelés időpontjából vonjuk ki az ezt közvetlenül megelőző keleti kitérés időpontját, és az így kapott időkülönbséget keressük meg az ábrán, a hold pályája mentén felrajzolt időskálán.

### Titan

Közepes fényesség:  $8^m3$

keleti kitérés		nyugati kitérés		keleti kitérés		nyugati kitérés	
dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h
12.26.	13.2	1.03.	9.3	7.06.	1.5	7.13.	23.3
1.11.	10.4	19.	6.6	22.	2.4	30.	0.2
27.	7.7	2.04.	4.0	8.07.	3.4	8.15.	1.0
2.12.	5.1	20.	1.6	23.	4.2	31.	1.7
28.	2.9	3.07.	23.7	9.08.	4.9	9.16.	2.1
3.16.	1.1	23.	22.2	24.	5.3	10.02.	2.4
31.	23.9	4.08.	21.3	10.10.	5.4	18.	2.2
4.16.	23.3	24.	20.8	26.	5.1	11.03.	1.7
5.02.	23.1	5.10.	20.8	11.11.	4.4	19.	0.7
18.	23.3	26.	21.1	27.	3.2	12.04.	23.2
6.03.	23.8	6.11.	21.7	12.13.	1.4	20.	21.3
20.	0.6	27.	22.4	28.	23.3	1.05.	19.0

## Iapetus

Közepes fényesség: 11<sup>m</sup>1

keleti kitérés dátum h		nyugati kitérés dátum h		keleti kitérés dátum h		nyugati kitérés dátum h	
12.27.	19.7	2.04.	13.6	8.24.	23.1	10.04.	2.7
3.16.	2.5	4.24.	18.3	11.13.	15.7	12.22.	17.0
6.04.	10.2	7.14.	20.3				

## Tethys

Közepes fényesség: 10<sup>m</sup>2

dátum h	dátum h	dátum h	dátum h	dátum h	dátum h
1.01. 8.8	3.02. 18.1	5.02. 4.2	7.01. 14.9	9.01. 23.0	11.01. 9.4
03. 6.1	04. 15.4	04. 1.5	03. 12.3	03. 20.4	03. 6.7
05. 3.4	06. 12.7	05. 22.9	05. 9.6	05. 17.7	05. 4.0
07. 0.7	08. 10.0	07. 20.2	07. 7.0	07. 15.0	07. 1.3
08. 21.9	10. 7.3	09. 17.5	09. 4.3	09. 12.4	08. 22.6
10. 19.2	12. 4.6	11. 14.9	11. 1.6	11. 9.7	10. 19.9
12. 16.5	14. 1.9	13. 12.2	12. 23.0	13. 7.0	12. 17.2
14. 13.8	15. 23.3	15. 9.5	14. 20.3	15. 4.4	14. 14.5
16. 11.1	17. 20.6	17. 6.9	16. 17.7	17. 1.7	16. 11.8
18. 8.4	19. 17.9	19. 4.2	18. 15.0	18. 23.0	18. 9.2
20. 5.7	21. 15.2	21. 1.5	20. 12.3	20. 20.3	20. 6.5
22. 3.0	23. 12.5	22. 22.9	22. 9.7	22. 17.7	22. 3.8
24. 0.2	25. 9.8	24. 20.2	24. 7.0	24. 15.0	24. 1.1
25. 21.5	27. 7.1	26. 17.5	26. 4.3	26. 12.3	25. 22.4
27. 18.8	29. 4.4	28. 14.9	28. 1.7	28. 9.6	27. 19.7
29. 16.1	31. 1.7	30. 12.2	29. 23.0	30. 7.0	29. 17.0
31. 13.4	4.01. 23.1	6.01. 9.5	31. 20.4	10.02. 4.3	12.01. 14.3
2.02. 10.7	03. 20.4	03. 6.9	8.02. 17.7	04. 1.6	03. 11.6
04. 8.0	05. 17.7	05. 4.2	04. 15.0	05. 22.9	05. 8.9
06. 5.3	07. 15.0	07. 1.5	06. 12.4	07. 20.3	07. 6.2
08. 2.6	09. 12.3	08. 22.9	08. 9.7	09. 17.6	09. 3.5
09. 23.9	11. 9.7	10. 20.2	10. 7.0	11. 14.9	11. 0.8
11. 21.1	13. 7.0	12. 17.6	12. 4.4	13. 12.2	12. 22.0
13. 18.4	15. 4.3	14. 14.9	14. 1.7	15. 9.5	14. 19.3
15. 15.7	17. 1.6	16. 12.2	15. 23.0	17. 6.9	16. 16.6
17. 13.0	18. 22.9	18. 9.6	17. 20.4	19. 4.2	18. 13.9
19. 10.3	20. 20.3	20. 6.9	19. 17.7	21. 1.5	20. 11.2
21. 7.6	22. 17.6	22. 4.2	21. 15.0	22. 22.8	22. 8.5
23. 4.9	24. 14.9	24. 1.6	23. 12.4	24. 20.1	24. 5.8
25. 2.2	26. 12.2	25. 22.9	25. 9.7	26. 17.4	26. 3.1
26. 23.5	28. 9.6	27. 20.3	27. 7.1	28. 14.8	28. 0.4
28. 20.8	30. 6.9	29. 17.6	29. 4.4	30. 12.1	29. 21.7
			31. 1.7		31. 19.0

## Dione

Közepes fényesség:  $10^m4$ 

dátum h	dátum h	dátum h	dátum h	dátum h	dátum h
1.02. 1.4	3.03. 5.7	5.02. 11.2	7.01. 17.6	9.02. 17.8	11.01. 23.6
04. 19.0	05. 23.4	05. 4.9	04. 11.3	05. 11.5	04. 17.3
07. 12.7	08. 17.1	07. 22.7	07. 5.1	08. 5.3	07. 11.0
10. 6.3	11. 10.8	10. 16.4	09. 22.8	10. 23.0	10. 4.7
12. 24.0	14. 4.5	13. 10.1	12. 16.6	13. 16.7	12. 22.4
15. 17.6	16. 22.1	16. 3.9	15. 10.3	16. 10.5	15. 16.1
18. 11.3	19. 15.8	18. 21.6	18. 4.1	19. 4.2	18. 9.8
21. 4.9	22. 9.5	21. 15.3	20. 21.8	21. 21.9	21. 3.5
23. 22.5	25. 3.2	24. 9.1	23. 15.6	24. 15.6	23. 21.1
26. 16.2	27. 20.9	27. 2.8	26. 9.3	27. 9.4	26. 14.8
29. 9.8	30. 14.6	29. 20.6	29. 3.1	30. 3.1	29. 8.5
2.01. 3.5	4.02. 8.3	6.01. 14.3	31. 20.8	10.02. 20.8	12.02. 2.2
03. 21.1	05. 2.0	04. 8.1	8.03. 14.6	05. 14.5	04. 19.8
06. 14.8	07. 19.7	07. 1.8	06. 8.3	08. 8.3	07. 13.5
09. 8.4	10. 13.4	09. 19.6	09. 2.1	11. 2.0	10. 7.2
12. 2.1	13. 7.2	12. 13.3	11. 19.8	13. 19.7	13. 0.8
14. 19.8	16. 0.9	15. 7.1	14. 13.6	16. 13.4	15. 18.5
17. 13.4	18. 18.6	18. 0.8	17. 7.3	19. 7.1	18. 12.2
20. 7.1	21. 12.3	20. 18.6	20. 1.1	22. 0.8	21. 5.8
23. 0.7	24. 6.0	23. 12.3	22. 18.8	24. 18.5	23. 23.5
25. 18.4	26. 23.8	26. 6.1	25. 12.6	27. 12.2	26. 17.1
28. 12.1	29. 17.5	28. 23.8	28. 6.3	30. 5.9	29. 10.8
			31. 0.0		

## Rhea

Közepes fényesség:  $9^m7$ 

dátum h	dátum h	dátum h	dátum h	dátum h	dátum h
12.30. 22.9	3.04. 3.5	5.01. 21.4	7.04. 5.5	9.01. 1.1	11.03. 8.4
1.04. 11.2	08. 15.8	06. 10.0	08. 18.1	05. 13.7	07. 20.9
08. 23.5	13. 4.2	10. 22.5	13. 6.7	10. 2.3	12. 9.3
13. 11.8	17. 16.7	15. 11.1	17. 19.3	14. 14.8	16. 21.7
18. 0.1	22. 5.1	19. 23.6	22. 7.8	19. 3.4	21. 10.2
22. 12.4	26. 17.5	24. 12.2	26. 20.4	23. 15.9	25. 22.6
27. 0.7	31. 6.0	29. 0.7	31. 9.0	28. 4.5	30. 11.0
31. 13.0	4.04. 18.4	6.02. 13.3	8.04. 21.6	10.02. 17.0	12.04. 23.4
2.05. 1.4	09. 6.9	07. 1.9	09. 10.2	07. 5.5	09. 11.7
09. 13.7	13. 19.4	11. 14.5	13. 22.8	11. 18.0	14. 0.1
14. 2.0	18. 7.9	16. 3.1	18. 11.4	16. 6.5	18. 12.5
18. 14.4	22. 20.4	20. 15.7	22. 24.0	20. 19.0	23. 0.8
23. 2.7	27. 8.9	25. 4.3	27. 12.6	25. 7.5	27. 13.1
27. 15.1		29. 16.9		29. 20.0	

## Kisbolygók

## 1 Ceres

szembenállás: 05.08.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
2.04.	15 15.2	-08 41	8.5	4.05.	15 37.6	-09 06	7.6	6.04.	14 51.2	-08 53	7.5
09.	15 20.0	-08 53	8.5	10.	15 35.4	-08 59	7.5	09.	14 48.3	-09 06	7.6
14.	15 24.4	-09 04	8.4	15.	15 32.5	-08 52	7.4	14.	14 46.0	-09 21	7.7
19.	15 28.3	-09 12	8.4	20.	15 29.1	-08 46	7.3	19.	14 44.2	-09 39	7.8
24.	15 31.8	-09 18	8.3	25.	15 25.2	-08 40	7.2	24.	14 43.1	-10 00	7.9
3.01.	15 34.7	-09 23	8.2	30.	15 21.0	-08 35	7.1	29.	14 42.6	-10 22	8.0
06.	15 37.1	-09 25	8.1	5.05.	15 16.5	-08 31	7.0	7.04.	14 42.8	-10 47	8.1
11.	15 38.8	-09 25	8.1	10.	15 11.8	-08 29	7.0	09.	14 43.5	-11 14	8.2
16.	15 39.9	-09 24	8.0	15.	15 07.2	-08 29	7.0	14.	14 44.8	-11 42	8.3
21.	15 40.4	-09 21	7.9	20.	15 02.7	-08 31	7.1	19.	14 46.6	-12 12	8.4
26.	15 40.1	-09 17	7.8	25.	14 58.5	-08 35	7.3	24.	14 49.0	-12 43	8.5
31.	15 39.2	-09 12	7.7	30.	14 54.6	-08 43	7.4	29.	14 51.8	-13 15	8.5

## 2 Pallas

szembenállás: 03.23.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
1.05.	12 22.4	-11 09	8.5	3.01.	12 41.2	+00 44	7.5	4.25.	12 09.1	+18 27	8.0
10.	12 27.2	-10 47	8.4	06.	12 39.0	+02 37	7.3	30.	12 07.9	+19 13	8.2
15.	12 31.5	-10 16	8.4	11.	12 36.2	+04 33	7.2	5.05.	12 07.4	+19 48	8.3
20.	12 35.3	-09 39	8.3	16.	12 33.0	+06 31	7.1	10.	12 07.4	+20 14	8.4
25.	12 38.4	-08 52	8.2	21.	12 29.5	+08 27	7.1	15.	12 08.1	+20 32	8.5
30.	12 40.9	-07 57	8.1	26.	12 26.0	+10 18	7.2	20.	12 09.3	+20 42	8.6
2.04.	12 42.7	-06 53	8.0	31.	12 22.4	+12 04	7.3	25.	12 11.1	+20 46	8.7
09.	12 43.8	-05 39	7.9	4.05.	12 19.0	+13 41	7.4	30.	12 13.4	+20 44	8.8
14.	12 44.2	-04 16	7.8	10.	12 15.8	+15 08	7.6	6.04.	12 16.2	+20 36	8.9
19.	12 43.9	-02 44	7.7	15.	12 13.1	+16 26	7.7	09.	12 19.5	+20 24	9.0
24.	12 42.9	-01 04	7.6	20.	12 10.8	+17 32	7.9	14.	12 23.1	+20 07	9.1

## 3 Juno

szembenállás: 12.09.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
9.02.	04 34.6	+10 32	9.1	10.17.	05 28.1	+04 42	8.3	12.01.	05 20.7	-01 40	7.6
07.	04 42.7	+10 08	9.0	22.	05 30.7	+03 51	8.2	06.	05 16.6	-01 54	7.5
12.	04 50.3	+09 39	8.9	27.	05 32.3	+03 00	8.1	11.	05 12.4	-02 00	7.6
17.	04 57.5	+09 06	8.8	11.01.	05 33.1	+02 09	8.0	16.	05 08.3	-01 56	7.6
22.	05 04.2	+08 30	8.8	06.	05 33.0	+01 19	7.9	21.	05 04.4	-01 44	7.7
27.	05 10.3	+07 50	8.7	11.	05 32.0	+00 33	7.8	26.	05 01.0	-01 22	7.7
10.02.	05 15.8	+07 07	8.6	16.	05 30.2	-00 09	7.7	31.	04 58.0	-00 54	7.8
07.	05 20.7	+06 21	8.5	21.	05 27.6	-00 46	7.7				
12.	05 24.8	+05 32	8.4	26.	05 24.4	-01 17	7.6				



## 4 Vesta

szembenállás: 2006.01.05.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
9.02. 06 29.7	+20 19	8.4		10.17. 07 23.4	+19 40	7.9		12.01. 07 36.6	+20 19	7.1	
07. 06 36.9	+20 16	8.3		22. 07 27.4	+19 37	7.9		06. 07 34.5	+20 35	7.0	
12. 06 43.8	+20 13	8.3		27. 07 30.8	+19 36	7.8		11. 07 31.6	+20 53	6.9	
17. 06 50.5	+20 09	8.2		11.01. 07 33.7	+19 35	7.7		16. 07 27.9	+21 14	6.8	
22. 06 56.9	+20 04	8.2		06. 07 36.0	+19 37	7.6		21. 07 23.6	+21 36	6.7	
27. 07 03.0	+19 59	8.2		11. 07 37.5	+19 40	7.5		26. 07 18.8	+21 59	6.6	
10.02. 07 08.7	+19 54	8.1		16. 07 38.4	+19 46	7.4		31. 07 13.5	+22 23	6.4	
07. 07 14.0	+19 49	8.1		21. 07 38.6	+19 55	7.3					
12. 07 18.9	+19 44	8.0		26. 07 38.0	+20 06	7.2					

## 6 Hebe

szembenállás: 04.13.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
3.16. 14 16.0	+05 40	10.3		4.10. 13 59.7	+09 17	9.9		5.05. 13 38.5	+11 30	10.1	
21. 14 13.7	+06 25	10.2		15. 13 55.4	+09 53	9.9		10. 13 34.9	+11 39	10.2	
26. 14 10.8	+07 10	10.1		20. 13 51.0	+10 25	10.0		15. 13 31.6	+11 43	10.3	
31. 14 07.5	+07 54	10.0		25. 13 46.7	+10 52	10.0					
4.05. 14 03.7	+08 37	10.0		30. 13 42.5	+11 14	10.1					

## 7 Iris

szembenállás: 06.03.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
5.05. 17 13.3	-24 40	10.0		5.30. 16 51.6	-23 38	9.3		6.24. 16 26.6	-22 07	9.7	
10. 17 09.9	-24 31	9.9		6.04. 16 46.4	-23 21	9.2		29. 16 22.6	-21 49	9.8	
15. 17 06.0	-24 20	9.8		09. 16 41.1	-23 03	9.3		7.04. 16 19.1	-21 33	9.9	
20. 17 01.6	-24 07	9.6		14. 16 36.0	-22 44	9.5		09. 16 16.3	-21 18	10.0	
25. 16 56.7	-23 53	9.5		19. 16 31.1	-22 26	9.6					

## 8 Flora

szembenállás: 01.14.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
1.05. 07 56.8	+20 46	8.7		2.04. 07 25.2	+23 51	9.1		3.06. 07 18.6	+25 08	9.9	
10. 07 51.2	+21 22	8.5		09. 07 21.8	+24 12	9.3		11. 07 20.7	+25 10	10.1	
15. 07 45.4	+21 56	8.4		14. 07 19.3	+24 29	9.4		16. 07 23.5	+25 11	10.2	
20. 07 39.7	+22 29	8.6		19. 07 17.7	+24 44	9.5		21. 07 27.1	+25 08	10.3	
25. 07 34.3	+23 00	8.8		24. 07 17.1	+24 54	9.7					
30. 07 29.4	+23 27	8.9		3.01. 07 17.4	+25 02	9.8					

## 10 Hygiea

szembenállás: 03.27.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m
2.14.	12 37.1	-09 27	10.2	3.21.	12 18.7	-08 20	9.4	4.25.	11 55.6	-05 37	9.9
19.	12 35.8	-09 28	10.1	26.	12 14.9	-07 58	9.3	30.	11 53.8	-05 19	10.0
24.	12 34.1	-09 26	10.0	31.	12 11.1	-07 34	9.4	5.05.	11 52.6	-05 03	10.1
3.01.	12 31.8	-09 20	9.9	4.05.	12 07.4	-07 10	9.5	10.	11 51.9	-04 50	10.1
06.	12 29.0	-09 10	9.8	10.	12 03.9	-06 45	9.6	15.	11 51.7	-04 41	10.2
11.	12 25.9	-08 56	9.7	15.	12 00.7	-06 21	9.7				
16.	12 22.4	-08 39	9.6	20.	11 58.0	-05 58	9.8				

## 11 Parthenope

szembenállás: 12.09.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m
11.16.	05 28.1	+17 21	10.3	12.06.	05 09.0	+17 10	9.8	12.26.	04 48.8	+17 15	10.2
21.	05 23.9	+17 17	10.2	11.	05 03.7	+17 09	9.8	31.	04 44.7	+17 19	10.3
26.	05 19.3	+17 14	10.0	16.	04 58.4	+17 10	9.9				
12.01.	05 14.3	+17 11	9.9	21.	04 53.4	+17 12	10.1				

## 14 Irene

szembenállás: 05.18.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m
3.16.	16 09.1	-11 29	10.2	4.25.	16 08.1	-11 32	9.4	6.04.	15 32.0	-12 23	9.4
21.	16 11.8	-11 32	10.1	30.	16 04.5	-11 33	9.3	09.	15 28.2	-12 39	9.5
26.	16 13.7	-11 33	10.0	5.05.	16 00.3	-11 35	9.2	14.	15 25.0	-12 57	9.6
31.	16 14.8	-11 34	9.9	10.	15 55.7	-11 38	9.1	19.	15 22.5	-13 17	9.8
4.05.	16 15.1	-11 34	9.8	15.	15 50.9	-11 43	9.0	24.	15 20.7	-13 39	9.9
10.	16 14.5	-11 33	9.7	20.	15 45.9	-11 50	9.0	29.	15 19.6	-14 03	10.0
15.	16 13.2	-11 33	9.6	25.	15 41.0	-11 58	9.1				
20.	16 11.0	-11 32	9.5	30.	15 36.3	-12 10	9.2				

## 15 Eunomia

szembenállás: 04.30.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m
4.15.	14 20.8	-31 23	10.0	4.30.	14 06.7	-30 24	9.8	5.15.	13 53.6	-28 51	9.9
20.	14 16.2	-31 08	9.9	5.05.	14 02.1	-29 56	9.8	20.	13 49.9	-28 16	10.0
25.	14 11.5	-30 48	9.8	10.	13 57.7	-29 24	9.9				

## 16 Psyche

szembenállás: 12.07.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
10.22. 05 28.6	+19 00	10.3		11.16. 05 19.4	+18 25	9.8		12.11. 04 57.8	+17 56	9.4	
27. 05 28.2	+18 53	10.2		21. 05 15.7	+18 19	9.7		16. 04 53.3	+17 53	9.5	
11.01. 05 27.0	+18 46	10.1		26. 05 11.6	+18 12	9.6		21. 04 49.0	+17 50	9.7	
06. 05 25.1	+18 39	10.0		12.01. 05 07.1	+18 06	9.5		26. 04 45.1	+17 49	9.8	
11. 05 22.6	+18 32	9.9		06. 05 02.5	+18 01	9.4		31. 04 41.7	+17 49	9.9	

## 18 Melpomene

szembenállás: 06.18.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
5.20. 18 14.7	-08 20	10.1		6.14. 17 55.0	-07 40	9.6		7.09. 17 29.7	-08 41	9.7	
25. 18 11.9	-08 05	10.0		19. 17 49.8	-07 44	9.5		14. 17 25.6	-09 04	9.8	
30. 18 08.5	-07 54	9.9		24. 17 44.5	-07 52	9.5		19. 17 22.2	-09 31	9.8	
6.04. 18 04.4	-07 46	9.8		29. 17 39.3	-08 04	9.6		24. 17 19.4	-10 01	9.9	
09. 17 59.9	-07 41	9.7		7.04. 17 34.3	-08 20	9.6		29. 17 17.4	-10 32	10.0	

## 19 Fortuna

szembenállás: 11.04.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
9.22. 03 02.2	+17 26	10.3		10.22. 02 51.2	+16 06	9.5		11.21. 02 25.6	+13 32	9.6	
27. 03 02.4	+17 22	10.2		27. 02 47.0	+15 41	9.3		26. 02 22.4	+13 13	9.8	
10.02. 03 01.8	+17 14	10.0		11.01. 02 42.6	+15 15	9.1		12.01. 02 20.0	+12 57	9.9	
07. 03 00.3	+17 02	9.9		06. 02 38.0	+14 47	9.0		06. 02 18.4	+12 45	10.1	
12. 02 58.0	+16 47	9.8		11. 02 33.5	+14 21	9.2		11. 02 17.6	+12 39	10.2	
17. 02 54.9	+16 28	9.6		16. 02 29.3	+13 55	9.4		16. 02 17.7	+12 37	10.3	

## 20 Massalia

szembenállás: 08.24.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
8.03. 22 29.7	-08 25	10.3		8.23. 22 13.0	-10 02	9.7		9.12. 21 55.2	-11 44	10.1	
08. 22 26.0	-08 46	10.2		28. 22 08.3	-10 28	9.8		17. 21 51.5	-12 05	10.2	
13. 22 21.9	-09 10	10.0		9.02. 22 03.7	-10 55	9.9		22. 21 48.4	-12 23	10.3	
18. 22 17.6	-09 35	9.9		07. 21 59.3	-11 20	10.0					

**29 Amphitrite**

szembenállás: 03.30.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
2.09.	13 02.2	−06 58	10.3	3.16.	12 45.5	−06 42	9.6	4.20.	12 14.6	−04 43	9.8
14.	13 01.7	−07 06	10.2	21.	12 41.1	−06 27	9.5	25.	12 11.3	−04 29	9.9
19.	13 00.5	−07 11	10.1	26.	12 36.5	−06 11	9.3	30.	12 08.5	−04 18	10.0
24.	12 58.7	−07 12	10.0	31.	12 31.7	−05 53	9.2	5.05.	12 06.4	−04 10	10.1
3.01.	12 56.2	−07 10	9.9	4.05.	12 27.1	−05 34	9.4	10.	12 04.8	−04 05	10.2
06.	12 53.2	−07 04	9.8	10.	12 22.6	−05 16	9.5	15.	12 04.0	−04 03	10.3
11.	12 49.6	−06 54	9.7	15.	12 18.4	−04 59	9.6				

**39 Laetitia**

szembenállás: 07.24.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
6.24.	20 28.2	−08 04	10.2	7.19.	20 12.0	−09 34	9.6	8.13.	19 52.6	−12 15	9.8
29.	20 25.9	−08 14	10.1	24.	20 08.0	−10 02	9.6	18.	19 49.6	−12 50	9.9
7.04.	20 23.0	−08 28	10.0	29.	20 03.8	−10 33	9.6	23.	19 47.2	−13 23	10.0
09.	20 19.7	−08 46	9.9	8.03.	19 59.8	−11 06	9.7	28.	19 45.4	−13 56	10.1
14.	20 16.0	−09 08	9.7	08.	19 56.0	−11 40	9.7				

**42 Isis**

szembenállás: 07.19.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
6.24.	20 21.0	−26 03	9.8	7.19.	20 05.8	−30 11	9.2	8.13.	19 46.6	−32 56	9.7
29.	20 19.4	−26 51	9.7	24.	20 01.5	−30 55	9.2	18.	19 44.5	−33 09	9.8
7.04.	20 16.9	−27 42	9.5	29.	19 57.2	−31 35	9.3	23.	19 43.4	−33 17	9.9
09.	20 13.7	−28 33	9.4	8.03.	19 53.1	−32 08	9.4				
14.	20 10.0	−29 23	9.3	08.	19 49.5	−32 35	9.6				

**52 Europa**

szembenállás: 02.02.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
1.20.	09 16.0	+16 14	10.3	1.30.	09 08.4	+17 16	10.0	2.09.	09 00.4	+18 17	10.1
25.	09 12.4	+16 44	10.2	2.04.	09 04.4	+17 47	10.0	14.	08 56.5	+18 46	10.3

**60 Echo**

szembenállás: 12.21.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
12.06.	06 13.1	+16 46	10.3	12.16.	06 04.2	+16 29	10.0	12.26.	05 54.2	+16 22	10.0
11.	06 08.9	+16 37	10.1	21.	05 59.2	+16 24	9.9	31.	05 49.3	+16 22	10.1



## 89 Julia

szembenállás: 10.25.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
9.12. 01 48.4	+36 20	9.9		10.12. 01 24.6	+39 26	9.5		11.11. 00 56.0	+36 43	9.6	
17. 01 46.4	+37 13	9.8		17. 01 18.9	+39 21	9.5		16. 00 53.8	+35 56	9.7	
22. 01 43.5	+37 58	9.8		22. 01 13.3	+39 06	9.4		21. 00 52.5	+35 07	9.8	
27. 01 39.8	+38 35	9.7		27. 01 08.0	+38 41	9.5		26. 00 52.2	+34 19	9.9	
10.02. 01 35.3	+39 03	9.6		11.01. 01 03.3	+38 08	9.5					
07. 01 30.1	+39 20	9.5		06. 00 59.2	+37 28	9.6					

## 115 Thyra

szembenállás: 01.27.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
1.15. 08 54.4	+19 30	10.2		1.25. 08 42.1	+19 12	9.9		2.04. 08 29.9	+18 50	10.2	
20. 08 48.4	+19 21	10.1		30. 08 35.9	+19 02	10.0		09. 08 24.3	+18 38	10.4	

## 129 Antigone

szembenállás: 05.04.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
4.15. 15 31.9	+01 58	10.2		5.05. 15 19.9	+04 00	9.9		5.25. 15 05.0	+04 32	10.1	
20. 15 29.6	+02 34	10.1		10. 15 16.1	+04 18	9.9		30. 15 01.9	+04 22	10.1	
25. 15 26.8	+03 07	10.0		15. 15 12.3	+04 30	10.0		6.04. 14 59.2	+04 06	10.2	
30. 15 23.5	+03 36	10.0		20. 15 08.5	+04 34	10.0					

## 471 Papagena

szembenállás: 09.09.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
8.18. 00 05.9	-25 13	10.2		9.12. 23 50.7	-28 44	9.9		10.07. 23 30.6	-29 33	10.1	
23. 00 04.0	-26 01	10.1		17. 23 46.5	-29 10	9.9		12. 23 27.6	-29 17	10.1	
28. 00 01.5	-26 47	10.0		22. 23 42.3	-29 29	9.9		17. 23 25.2	-28 53	10.2	
9.02. 23 58.3	-27 31	9.9		27. 23 38.1	-29 39	10.0					
07. 23 54.7	-28 10	9.9		10.02. 23 34.1	-29 41	10.0					

## 532 Herculina

szembenállás: 01.16.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	m
1.05. 08 08.0	+23 04	9.2		2.04. 07 39.6	+27 47	9.3		3.06. 07 26.6	+30 27	9.8	
10. 08 03.5	+23 54	9.1		09. 07 35.6	+28 24	9.4		11. 07 27.3	+30 40	9.9	
15. 07 58.8	+24 44	8.9		14. 07 32.3	+28 57	9.5		16. 07 28.8	+30 49	10.0	
20. 07 53.8	+25 34	9.0		19. 07 29.6	+29 25	9.6		21. 07 31.1	+30 56	10.1	
25. 07 48.9	+26 21	9.1		24. 07 27.8	+29 50	9.7		26. 07 34.2	+30 59	10.1	
30. 07 44.1	+27 05	9.2		3.01. 07 26.7	+30 10	9.7		31. 07 38.0	+31 00	10.2	

# Üstökösök

69P/Taylor

szembenállás: 02.01.  
földközelpben: 01.19. 1.023 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r AU	Δ AU	E °	m
01.05.	09 10.70	+23 54.5	1.965	1.047	151	11.5
15.	09 08.28	+27 17.9	1.979	1.024	161	11.5
25.	09 03.42	+30 37.4	1.997	1.027	166	11.6
02.04.	08 57.44	+33 32.9	2.018	1.056	163	11.7
14.	08 51.91	+35 50.0	2.042	1.109	154	11.9
24.	08 48.36	+37 22.8	2.069	1.184	144	12.2
03.06.	08 47.74	+38 13.6	2.098	1.277	135	12.5
16.	08 50.40	+38 28.5	2.130	1.386	126	12.8
26.	08 56.23	+38 14.2	2.164	1.506	118	13.1

C/2001 Q4 (NEAT)

szembenállás: 2003.11.13.  
földközelpben: 2004.05.07. 0.322 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r AU	Δ AU	E °	m
01.05.	21 44.59	+60 12.6	3.471	3.344	89	11.5
15.	22 11.61	+58 36.7	3.581	3.527	85	11.8
25.	22 35.78	+57 15.6	3.691	3.720	81	12.0
02.04.	22 57.68	+56 10.1	3.799	3.918	76	12.3
14.	23 17.76	+55 19.8	3.907	4.118	71	12.5
24.	23 36.33	+54 44.2	4.013	4.316	66	12.7
03.06.	23 53.61	+54 21.7	4.118	4.509	61	12.9
16.	00 09.81	+54 11.1	4.223	4.694	56	13.1

C/2003 T4 (LINEAR)

szembenállás: 12.21.  
földközelpben: 04.23. 1.082 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r AU	Δ AU	E °	m
01.05.	18 22.02	+37 09.5	1.737	1.994	61	10.8
15.	18 47.40	+32 53.9	1.605	1.934	56	10.5
25.	19 11.11	+28 37.6	1.474	1.874	51	10.1
02.04.	19 33.54	+24 17.2	1.345	1.808	47	9.7
14.	19 55.16	+19 45.7	1.220	1.732	43	9.3
24.	20 16.65	+14 51.8	1.103	1.642	41	8.9
03.06.	20 39.07	+09 19.6	1.000	1.537	40	8.4
16.	21 04.12	+02 50.1	0.918	1.419	40	8.0
26.	21 34.49	−04 56.0	0.865	1.295	42	7.6
04.05.	22 14.15	−14 03.6	0.850	1.182	45	7.3

## 78P/Gehrels 2

szembenállás: 2004.11.13.  
földközelpont: 2004.11.09. 1.023 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	r AU	$\Delta$ AU	E °	m
01.05.	03 12.68	+11 22.2	2.088	1.373	124	11.7
15.	03 20.45	+11 52.8	2.112	1.489	116	12.1
25.	03 30.52	+12 34.0	2.138	1.614	108	12.4
02.04.	03 42.52	+13 21.7	2.166	1.747	101	12.8

## 29P/Schwassmann–Wachmann 1

szembenállás: 10.25.  
földközelpont: 10.29. 4.790 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	r AU	$\Delta$ AU	E °	m
01.05.	00 03.84	+09 19.1	5.730	5.818	80	*
15.	00 08.28	+09 37.4	5.731	5.974	71	
25.	00 13.49	+10 01.8	5.731	6.122	62	
02.04.	00 19.35	+10 31.5	5.732	6.259	54	
14.	00 25.78	+11 06.1	5.733	6.382	46	
24.	00 32.67	+11 44.8	5.734	6.489	37	
03.06.	00 39.93	+12 26.8	5.735	6.577	30	
06.04.	01 48.75	+19 44.2	5.745	6.462	42	
14.	01 55.37	+20 30.4	5.746	6.354	50	
24.	02 01.46	+21 14.5	5.748	6.233	57	
07.04.	02 06.94	+21 56.3	5.749	6.100	65	
14.	02 11.69	+22 35.3	5.750	5.957	73	
24.	02 15.60	+23 11.0	5.752	5.808	82	
08.03.	02 18.58	+23 43.1	5.753	5.655	90	
13.	02 20.51	+24 10.7	5.755	5.503	99	
23.	02 21.33	+24 33.5	5.756	5.355	109	
09.02.	02 20.98	+24 50.6	5.758	5.216	118	
12.	02 19.46	+25 01.3	5.760	5.090	128	
22.	02 16.83	+25 05.1	5.761	4.981	138	
10.02.	02 13.23	+25 01.6	5.763	4.893	148	
12.	02 08.87	+24 50.7	5.765	4.831	157	
22.	02 04.05	+24 33.0	5.766	4.797	166	
11.01.	01 59.09	+24 09.6	5.768	4.792	169	
11.	01 54.36	+23 42.2	5.770	4.819	162	
21.	01 50.19	+23 12.8	5.772	4.875	153	
12.01.	01 46.84	+22 43.7	5.774	4.958	143	
11.	01 44.54	+22 16.9	5.776	5.066	132	
21.	01 43.39	+21 54.2	5.778	5.194	122	
31.	01 43.46	+21 36.7	5.780	5.337	112	

\* Az üstökös 15–16<sup>m</sup>-s alappfényességről rendszertelen időközönként 13–11<sup>m</sup>-ra fényesedik.

## 9P/Tempel 1

szembenállás: 04.09.  
földközelen: 05.04. 0.712 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	r AU	Δ AU	E °	m
02.14.	13 21.68	+09 21.2	2.018	1.253	128	12.9
24.	13 27.13	+09 57.8	1.962	1.124	136	12.4
03.06.	13 29.72	+10 46.7	1.907	1.011	144	11.9
16.	13 29.07	+11 41.8	1.853	0.915	152	11.4
26.	13 25.14	+12 32.5	1.802	0.837	158	11.0
04.05.	13 18.40	+13 05.2	1.752	0.778	160	10.6
15.	13 09.97	+13 05.1	1.706	0.739	157	10.2
25.	13 01.63	+12 20.5	1.664	0.717	149	9.9
05.05.	12 55.16	+10 47.6	1.625	0.712	141	9.7
15.	12 52.01	+08 28.9	1.591	0.720	133	9.5
25.	12 53.02	+05 32.3	1.562	0.738	126	9.4
06.04.	12 58.30	+02 07.7	1.539	0.766	119	9.4
14.	13 07.72	−01 36.1	1.521	0.802	113	9.4
24.	13 20.90	−05 30.6	1.510	0.844	108	9.4
07.04.	13 37.41	−09 28.0	1.506	0.893	104	9.5
14.	13 56.90	−13 21.4	1.509	0.948	100	9.6
24.	14 19.04	−17 04.4	1.518	1.011	97	9.8
08.03.	14 43.47	−20 30.9	1.534	1.081	94	10.1
13.	15 09.93	−23 35.9	1.555	1.159	91	10.4
23.	15 38.05	−26 15.3	1.583	1.244	89	10.7
09.02.	16 07.47	−28 25.9	1.616	1.339	86	11.0
12.	16 37.77	−30 06.4	1.653	1.441	83	11.4

## 21P/Giacobini–Zinner

szembenállás: 2006.01.20.  
földközelen: 06.24. 1.425 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	r AU	Δ AU	E °	m
04.25.	22 20.52	+16 25.4	1.397	1.695	55	12.8
05.05.	22 58.60	+19 02.9	1.315	1.611	55	12.2
15.	23 39.65	+21 19.6	1.239	1.542	53	11.6
25.	00 23.51	+23 02.5	1.171	1.490	52	11.1
06.04.	01 09.65	+23 59.7	1.114	1.453	50	10.7
14.	01 57.10	+24 02.9	1.071	1.432	48	10.3
24.	02 44.59	+23 09.3	1.045	1.425	47	10.1
07.04.	03 30.88	+21 23.0	1.038	1.431	47	10.1
14.	04 14.86	+18 52.9	1.050	1.449	46	10.2
24.	04 55.78	+15 50.7	1.080	1.476	47	10.4
08.03.	05 33.29	+12 28.3	1.127	1.510	48	10.8
13.	06 07.24	+08 55.2	1.186	1.548	50	11.3
23.	06 37.71	+05 18.7	1.256	1.587	52	11.8
09.02.	07 04.86	+01 43.5	1.334	1.626	55	12.3
12.	07 28.86	−01 47.6	1.417	1.661	58	12.8



## C/2004 Q2 (Machholz)

szembenállás: 2004.12.05.  
földközelenben: 01.06. 0.348 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	r AU	$\Delta$ AU	E °	m
01.05.	03 42.21	+17 13.0	1.245	0.348	133	4.2
10.	03 30.80	+27 51.8	1.228	0.353	127	4.1
15.	03 20.16	+37 52.0	1.216	0.370	121	4.2
20.	03 10.66	+46 40.7	1.208	0.399	115	4.3
25.	03 02.61	+54 08.9	1.206	0.436	110	4.5
30.	02 56.43	+60 23.0	1.208	0.478	106	4.7
02.04.	02 52.64	+65 35.7	1.216	0.524	103	4.9
09.	02 52.06	+70 00.2	1.229	0.573	101	5.2
14.	02 56.00	+73 47.6	1.246	0.623	99	5.4
19.	03 06.64	+77 05.8	1.268	0.674	98	5.7
24.	03 28.13	+79 58.7	1.293	0.724	97	5.9
03.01.	04 08.65	+82 24.3	1.323	0.775	96	6.2
06.	05 21.97	+84 09.5	1.356	0.825	96	6.4
11.	07 11.63	+84 46.2	1.393	0.876	96	6.7
16.	08 56.74	+83 59.1	1.432	0.926	96	6.9
21.	10 04.99	+82 14.8	1.473	0.977	97	7.1
26.	10 45.17	+80 02.8	1.517	1.028	97	7.4
31.	11 10.09	+77 37.5	1.563	1.080	97	7.6
04.10.	11 39.02	+72 28.1	1.659	1.187	98	8.1
20.	11 56.44	+67 07.7	1.760	1.301	99	8.5
30.	12 09.52	+61 46.0	1.864	1.423	99	9.0
05.10.	12 20.81	+56 29.0	1.971	1.556	98	9.4
20.	12 31.42	+51 21.7	2.080	1.700	97	9.8
30.	12 41.79	+46 28.1	2.190	1.857	95	10.2
06.09.	12 52.13	+41 50.7	2.300	2.024	92	10.6
19.	13 02.56	+37 30.8	2.411	2.203	89	11.0
29.	13 13.09	+33 29.0	2.522	2.390	85	11.4
07.09.	13 23.75	+29 45.0	2.632	2.586	81	11.8
19.	13 34.54	+26 18.2	2.742	2.788	77	12.1
29.	13 45.43	+23 08.0	2.852	2.994	72	12.4
08.08.	13 56.43	+20 13.2	2.961	3.202	67	12.7
18.	14 07.51	+17 33.0	3.070	3.410	62	13.0

## 2003 üstökösei

jelölés	felfedező	a felfedezés			<i>m</i>
		helye	dátuma	műszere	
P/2003 A1	LINEAR	Socorro	01.05.	0.99T	18.4
C/2003 A2 (Gleason)	A. Gleason	Kitt Peak	01.10.	1.82Sw	20.0
C/2003 A3 (SOHO)	R. Matson	SOHO	01.06.		
C/2003 A4 (SOHO)	R. Matson	SOHO	01.14.		
C/2003 A5 (SOHO)	R. Matson	SOHO	01.15.		
C/2003 B1 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	01.16.		
C/2003 B2 (SOHO)	M. Oates	SOHO	01.18.		
C/2003 C1 (SOHO)	X. Leprette	SOHO	02.03.		
C/2003 C2 (SOHO)	D. Evans	SOHO	02.08.		
C/2003 C3 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	02.10.		
C/2003 C4 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	02.13.		
C/2003 C5 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	02.15.		
P/2003 CP7 (LINEAR— NEAT)	LINEAR	Socorro	02.01.	0.99T	19.0
	NEAT	Palomar	03.10.	1.22S	17.7
C/2003 D1 (SOHO)	X. Leprette	SOHO	02.28.		
C/2003 E1 (NEAT)	NEAT	Palomar	03.09.	1.22S	19.7
C/2003 E2 (SOHO)	D. Evans	SOHO	03.04.		
C/2003 E3 (SOHO)	S. Hoenig	SOHO	03.11.		
C/2003 E4 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	03.15.		
C/2003 F1 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	03.23.	0.99T	18.2
P/2003 F2 (NEAT)	NEAT	Palomar	03.27.	1.22S	20.4
C/2003 F3 (SOHO)	M. Oates	SOHO	03.20.		
C/2003 F4 (SOHO)	X. Leprette	SOHO	03.25.		
C/2003 F5 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	03.29.		
C/2003 G1 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	04.08.	0.99T	17.0
C/2003 G2 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	04.08.	0.99T	18.2
C/2003 G3 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	04.04.		8
C/2003 G4 (SOHO)	X. Leprette	SOHO	04.02.		
C/2003 H1 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	04.24.	0.99T	16.9
C/2003 H2 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	04.24.	0.99T	18.8
C/2003 H3 (NEAT)	NEAT	Haleakala	04.30.	1.22T	17.2
P/2003 H4 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	04.29.	0.99T	19.0
C/2003 H5 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	04.27.		
C/2003 H6 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	04.30.		
C/2003 H7 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	04.30.		
C/2003 H8 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	04.22.		
C/2003 H9 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	04.24.		
C/2003 H10 (SOHO)	T. Hoffman	SOHO	04.28.		
C/2003 H11 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	04.29.		
C/2003 H12 (SOHO)	R. Matson	SOHO	04.30.		
P/2003 HT15 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	04.26.	0.99T	18.3

jelölés	felfedező	a felfedezés			m
		helye	dátuma	műszere	
C/2003 J1 (NEAT)	NEAT	Haleakala	05.13.	1.22T	19.4
C/2003 J2 (SOHO)	R. Matson	SOHO	05.01.		
C/2003 J3 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	05.05.		
C/2003 J4 (SOHO)	R. Matson	SOHO	05.05.		
C/2003 J5 (SOHO)	P. Shkreby	SOHO	05.05.		
C/2003 J6 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	05.09.		
C/2003 J7 (SOHO)	H. Otterstedt	SOHO	05.14.		
C/2003 J8 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	05.15.		
C/2003 J9 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	05.15.		
C/2003 K1 (Spacewatch)	J. Larsen	Kitt Peak	05.23.	0.93Sw	20.2
P/2003 K2 (Christensen)	E. Christensen	Catalina	05.26.	0.41S	14.6
C/2003 K3 (SOHO)	H. Otterstedt	SOHO	05.25.		8
C/2003 K4 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	05.28.	0.99T	17.6
C/2003 K5 (SOHO)	X. Leprette	SOHO	05.21.		
C/2003 K6 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	05.30.		
C/2003 K7 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	05.22.		
C/2003 K8 (SOHO)	D. Evans	SOHO	05.22.		
C/2003 K9 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	05.23.		
C/2003 K10 (SOHO)	P. Shkreby	SOHO	05.26.		
C/2003 K11 (SOHO)	D.-H. Chen	SOHO	05.27.		
C/2003 K12 (SOHO)	T. Hoffman	SOHO	05.29.		
C/2003 K13 (SOHO)	D. Evans	SOHO	05.23.		
C/2003 KV2 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	05.23.	0.99T	18.4
P/2003 L1 (Scotti)	J. Scotti	Kitt Peak	06.04.	0.93Sw	19.7
C/2003 L2 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	06.12.	0.99T	18.2
C/2003 L3 (SOHO)	X. Leprette	SOHO	06.02.		
C/2003 L4 (SOHO)	R. Kracht				
	M. Meyer	SOHO	06.05.		
C/2003 L5 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	06.08.		
C/2003 L6 (SOHO)	P. Shkreby	SOHO	06.09.		
C/2003 L7 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	06.13.		
C/2003 L8 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	06.15.		
C/2003 M1 (SOHO)	R. Kracht				
	K. Cernis	SOHO	06.16.		
C/2003 M2 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	06.17.		
C/2003 M3 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	06.17.		
C/2003 M4 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	06.18.		
C/2003 M5 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	06.19.		
C/2003 M6 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	06.19.		
C/2003 M7 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	06.20.		
C/2003 M8 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	06.22.		
C/2003 M9 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	06.23.		
C/2003 M10 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	06.23.		

jelölés	felfedező	a felfedezés			m
		helye	dátuma	műszere	
C/2003 M11 (SOHO)	X. Leprette	SOHO	06.23.		
C/2003 M12 (SOHO)	R. Kracht				
	X. Leprette	SOHO	06.23.		
C/2003 N1 (SOHO)	X. Leprette				
	J. Sachs	SOHO	07.05.		
C/2003 N2 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	07.13.		
C/2003 O1 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	07.19.	0.99T	18.4
P/2003 O2 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	07.29.	0.99T	18.6
P/2003 O3 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	07.30.	0.99T	18.9
C/2003 O4 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	07.18.		
C/2003 O5 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	07.20.		
C/2003 O6 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	07.24.		
C/2003 O7 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	07.25.		
C/2003 O8 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	07.30.		
C/2003 P1 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	08.02.		
C/2003 P2 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	08.03.		
C/2003 P3 (SOHO)	T. Hoffman	SOHO	08.05.		
C/2003 Q1 (SOHO)	T. Hoffman	SOHO	08.20.		
C/2003 Q2 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	08.23.		
C/2003 Q3 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	08.23.		
C/2003 Q4 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	08.25.		
C/2003 Q5 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	08.26.		
C/2003 Q6 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	08.26.		
C/2003 Q7 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	08.28.		
C/2003 Q8 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	08.29.		
C/2003 Q9 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	08.30.		
C/2003 Q10 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	08.25.		
P/2003 QX29 (NEAT)	NEAT	Palomar	08.23.	1.22S	19.8
C/2003 R1 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	09.02.	0.99T	18.3
C/2003 R2 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	09.05.		
C/2003 R3 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	09.08.		
C/2003 R4 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	09.07.		
C/2003 R5 (SOHO)	K. Cernis	SOHO	09.08.		
P/2003 S1 (NEAT)	NEAT	Haleakala	09.23.	1.22T	18.8
P/2003 S2 (NEAT)	NEAT	Haleakala	09.24.	1.22T	18.0
C/2003 S3 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	09.27.	0.99T	20.1
C/2003 S4 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	09.26.	0.99T	19.4
C/2003 S5 (SOHO)	X. Leprette	SOHO	09.18.		
C/2003 S6 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	09.18.		
C/2003 S7 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	09.21.		
C/2003 S8 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	09.25.		
C/2003 S9 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	09.25.		



jelölés	felfedező	a felfedezés		m
		helye	dátuma      műszere	
P/2003 SQ215 (NEAT– LONEOS)	NEAT	Palomar	09.24. 1.22S	18.9
P/2003 T1 (Tritton)	LONEOS	Flagstaff	09.27. 0.59S	18.7
C/2003 T2 (LINEAR)	C. Juels			
C/2003 T3 (Tabur)	P. Holvorcem	Fountain Hills	10.06. 0.12L	12.4
C/2003 T4 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	10.13. 0.99T	18.3
C/2003 T5 (SOHO)	V. Tabur	Wanniassa	10.14. 0.14L	11.7
C/2003 T6 (SOHO)	LINEAR	Socorro	10.13. 0.99T	19.7
C/2003 T7 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	10.08.	
C/2003 T8 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	10.09.	
C/2003 T9 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	10.09.	
C/2003 T10 (SOHO)	R. Matson	SOHO	10.08.	
C/2003 T11 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	10.09.	
C/2003 T12 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	10.13.	
C/2003 U1 (LINEAR)	M. Boschat	SOHO	10.15.	
C/2003 U2 (LINEAR)	J. Danaher	SOHO	10.09.	
P/2003 U3 (NEAT)	LINEAR	Socorro	10.19. 0.99T	18.2
C/2003 U4 (SOHO)	LINEAR	Socorro	10.19. 0.99T	18.3
C/2003 U5 (SOHO)	NEAT	Palomar	10.22. 1.22S	18.9
C/2003 U6 (SOHO)	R. Matson	SOHO	10.21.	
C/2003 U7 (SOHO)	X. Leprette	SOHO	10.16.	
C/2003 U8 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	10.20.	
C/2003 U9 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	10.23.	
	X. Leprette	SOHO	10.25.	
	M. Boschat			
	J. Sachs			
	J. Danaher	SOHO	10.26.	
P/2003 UD16 (LONEOS)	LONEOS	Flagstaff	10.16. 0.59S	18.8
P/2003 UY275 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	10.29. 0.99T	20.2
C/2003 V1 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	11.04. 0.99T	18.1
C/2003 V2 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	11.01.	
C/2003 V3 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	11.03.	
C/2003 V4 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	11.04.	
C/2003 V5 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	11.05.	
C/2003 V6 (SOHO)	T. Hoffman	SOHO	11.09.	
C/2003 V7 (SOHO)	R. Matson	SOHO	11.11.	
C/2003 V8 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	11.13.	
C/2003 W1 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	11.16. 0.99T	18.5
C/2003 W2 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	11.29.	
C/2003 W3 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	11.16.	
C/2003 W4 (SOHO)	D. Evans	SOHO	11.21.	
C/2003 W5 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	11.22.	
C/2003 W6 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	11.25.	
C/2003 W7 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	11.27.	

jelölés	felfedező	a felfedezés			m
		helye	dátuma	műszere	
C/2003 W8 (SOHO)	G. Gallina	SOHO	11.29.		
C/2003 WC7 (LINEAR– CATALINA)	LINEAR	Socorro	11.18.	0.99T	19.6
	CSS	Catalina	04.01.31.	0.68S	17.6
C/2003 WT42 (LINEAR)	LINEAR	Socorro	11.19.	0.99T	17.5
C/2003 X1 (SOHO)	T. Hoffman	SOHO	12.01.		
C/2003 X2 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	12.01.		
C/2003 X3 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	12.02.		
C/2003 X4 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	12.04.		
C/2003 X5 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	12.04.		
C/2003 X6 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	12.06.		
C/2003 X7 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	12.07.		
C/2003 X8 (SOHO)	T. Hoffman	SOHO	12.08.		
C/2003 X9 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	12.08.		
C/2003 X10 (SOHO)	X. Leprette	SOHO	12.11.		
C/2003 X11 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	12.13.		
C/2003 XD10 (LINEAR– NEAT)	LINEAR	Socorro	12.04.	0.99T	19.2
	NEAT	Palomar	12.14.	1.22S	20.1
C/2003 Y1 (SOHO)	M. Meyer	SOHO	12.20.		
C/2003 Y2 (SOHO)	X. Leprette	SOHO	12.19.		
C/2003 Y3 (SOHO)	R. Matson	SOHO	12.19.		
C/2003 Y4 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	12.20.		
C/2003 Y5 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	12.22.		
C/2003 Y6 (SOHO)	J. Sachs	SOHO	12.23.		
C/2003 Y7 (SOHO)	R. Kracht	SOHO	12.24.		
C/2003 Y8 (SOHO)	M. Boschat	SOHO	12.25.		
C/2003 Y9 (SOHO)	R. Matson	SOHO	12.25.		
C/2003 Y10 (SOHO)	R. Matson	SOHO	12.26.		
C/2003 Y11 (SOHO)	M. Oates	SOHO	12.26.		
C/2003 Y12 (SOHO)	R. Matson	SOHO	12.27.		
C/2003 Y13 (SOHO)	X.-M. Zhou	SOHO	12.27.		
C/2003 Y14 (SOHO)	R. Matson	SOHO	12.27.		
C/2003 Y15 (SOHO)	R. Matson	SOHO	12.31.		
100P/Hartley 1	P. Sherrod				
88P/Howell	B. Sherrod	Conway	01.15.	0.41T	19.9
79P/du Toit – Hartley	J. Scotti	Kitt Peak	01.31.	1.82Sw	22.5
	F. Artigue				
	H. Cucurullo				
66P/du Toit	G. Tancredi	Los Molinos	03.04.	0.46T	
	J. Scotti	Kitt Peak	03.10.	1.82Sw	20.5

jelölés	felfedező	a felfedezés			<i>m</i>
		helye	dátuma	műszere	
42P/Neujmin 3	J. Pittichová	Mauna Kea	05.27.	2.24T	22.6
43P/Wolf – Harrington	J. Bedient				
	S. Sanchez				
	R. Stoss				
	J. Nomen	Mallorca	06.17.	0.30T	18.0
119P/Parker – Hartley	L. Buzzi	Schiaparelli	08.20.	0.60T	19.9
	Sárneczky K.				
	Sipőcz B.	Piszkéstető	08.23.	0.60S	20
104P/Kowal 2	A. Gleason	Kitt Peak	08.31.	1.82Sw	21.7
121P/Shoemaker – Holt 2	Sárneczky K.	Piszkéstető	09.22.	0.60S	20
127P/Holt – Olmstead	L. Buzzi	Schiaparelli	09.05.	0.60T	19.7
	Sárneczky K.	Piszkéstető	09.22.	0.60S	20.5
40P/Väisälä 1	R. Ligustri				
	P. Beltrame	Talmassons	09.25.	0.35T	17.4
9P/Tempel 1	J. Pittichová				
	J. Bedient				
	K. J. Meech	Mauna Kea	10.12.	2.24T	21.0
	Sárneczky K.	Piszkéstető	12.25.	0.60S	21
117P/Helin –	LINEAR	Socorro	11.30.	0.99T	19.4
Roman – Alu 1	Sárneczky K.	Piszkéstető	12.27.	0.60S	20

A táblázat első része a 2003-ban felfedezett üstökösöket tartalmazza. Az új felfedezések mellett azok az üstökösök is szerepelnek, melyek első visszatérését 2003-ban észlelték. Az ideiglenes jelölés és a név után a felfedező vagy újrafelfedező neve, a felfedezés helye, időpontja és műszere, valamint a felfedező által megadott összfényesség (SOHO-üstökösöknél a maximális észlelt fényesség) szerepel. A P/ jelölés 25 évnél rövidebb keringési időt jelez. A műszer rovatban az objektívtávmérőt méterben adtuk meg. L = lencsés távcső, T = tükrös távcső, S = Schmidt-teleszkóp, Sw = Spacewatch kamera. A második rész a régóta ismert, több napközelség során megfigyelt üstökösöket tartalmazza. Itt a P/ előtt álló szám az IAU által 1994 óta kiadott hivatalos sorsszám.

## Meteorrajok

A raj neve	kódja	aktivitás	max.	$SL$ °	$v$ $\frac{km}{s}$	radiáns $RA$ °	vándorlása $D$ °	$\Delta RA$ °/d	$\Delta D$ °/d
Quadrantidák	QUA	01.01–05.	01.03.	283	41	230	49	0.80	–0.20
Delta Cancridák	DCA	01.01–24	01.17.	297	28	130	20	0.90	–0.10
Gamma Corvidák	GCO	01.08–29.	01.22.	302		185	–18		
Alfa Hydridák	AHY	01.05–02.14.	01.24.	304	44	135	–12		
Alfa Leonidák	ALE	12.28–02.13.	01.29.	309		159	6		
Alfa Aurigidák	AAU	01.15–02.20.	02.08.	321		74	43		
Delta Leonidák	DLE	02.15–03.10.	02.25.	336	23	168	16	0.75	–0.50
Virginidák	VIR	02.03–04.15.	03.10.	350	35	186	0	0.81	–0.33
Zéta Bootidák	DBO	03.05–15.	03.12.	352		218	12		
Camelopardidák	CAM	03.14–04.07.	03.19.	359	7	119	68	1.35	0.51
Delta Draconidák	DDR	03.11–04.25.	04.03.	12	27	318	65		
Kappa Serpentidák	KSE	04.01–07.	04.05.	14	45	230	18		
Sigma Leonidák	SLE	03.21–05.13.	04.17.	27	20	195	–5	0.44	0.11
Áprilisi Lyridák	LYR	04.16–25.	04.22.	32	49	271	34	1.10	0.00
Mű Virginidák	MVI	04.01–05.12.	04.25.	35	29	221	–5	0.53	–0.30
Alfa Bootidák	ABO	04.14–05.12.	04.28.	36	20	218	19	0.90	–0.10
Fi Bootidák	FBO	04.16–05.12.	05.01.	40	12	240	51		
Alfa Scorpiidák	ASC	03.26–05.12.	05.03.	42	35	240	–22	0.90	–0.10
Éta Aquaridák	ETA	04.19–05.28.	05.06.	45	66	336	–1	0.90	0.40
Éta Lyridák	ELY	05.05–17.	05.08.	48	44	289	44		
Gamma Capricornidák	GCA	04.26–05.25.	05.11.	50		326	–17		
Északi Ophiuchidák	NOP	04.25–05.31.	05.13.	52	30	249	–14	0.90	–0.10
Májusi Ursidák	UMI	05.05–06.06.	05.16.	55		233	76		
Déli Ophiuchidák	SOP	05.10–29.	05.20.	59	30	258	–24	0.90	–0.10
Alfa Coronidák	ACO	05.01–31.	05.22.	60		231	27		
Khi Scorpiidák	CSC	05.11–06.23.	05.28.	66	21	243	–11	0.90	–0.10
Tau Herculidák	THE	05.19–06.14.	06.03.	72	15	228	39	–0.10	0.90
Théta Ophiuchidák	TOP	06.01–19.	06.13.	82	27	268	–28	0.90	0.00
Júniusi Lyridák	JLY	06.11–21.	06.15.	85	31	278	35	0.80	0.00
Corvidák	COR	06.25–07.03.	06.26.	95	10	192	–19		
Rho Sagittaridák	RSA	06.15–07.08.	06.27.	96		293	–17		
Tau Cetidák	GET	06.18–07.04.	06.27.	96		24	–12		
Júniusi Bootidák	JBO	06.26–07.02.	06.27.	96	14	224	47		
Tau Aquaridák	TAQ	06.19–07.05.	06.30.	99		343	–12		
Alfa Pegasidák	APE	07.07–13.	07.10.	108	70	340	15		
Alfa Cygnidák	ACG	07.01–09.30.	07.15.	113		315	48		
Omikron Draconidák	ODR	07.14–28.	07.21.	118	24	285	60		
Piscis Austrinidák	PAU	07.15–08.10.	07.28.	125	35	341	–30	1.00	0.20
Déli Delta Aquaridák	SDA	07.12–08.19.	07.28.	125	41	339	–16	0.80	0.18
Alfa Capricornidák	CAP	07.03–08.15.	07.30.	127	23	307	–10	0.90	0.30



A raj neve	kódja	aktivitás	max.	$v$		radiáns		vándorlása	
				$SL$ °	$\frac{km}{s}$	$RA$ °	$D$ °	$\Delta RA$ °/d	$\Delta D$ °/d
Déli Iota Aquaridák	SIA	07.25–08.15.	08.04.	132	34	334	–15	1.07	0.18
Északi Delta Aquaridák	NDA	07.15–08.25.	08.08.	136	42	335	–5	1.00	0.20
Cassiopeidák	CAS	08.01–31.		137	31	18	59		
Perseidák	PER	07.17–08.24.	08.12.	139	59	46	58	1.35	0.12
Kappa Cygnidák	KCG	08.03–25.	08.17.	145	25	286	59		
Északi Iota Aquaridák	NIA	08.11–31.	08.19.	147	31	327	–6	1.03	0.13
Pi Eridanidák	ERI	08.20–09.05.	08.28.	155	59	52	–15	0.80	0.20
Déli Éta Cetidák	SEC	08.22–09.08.	08.31.	158		15	–20		
Alfa Aurigidák	AUR	08.25–09.08.	09.01.	159	66	84	42	1.10	0.00
Északi Éta Cetidák	NEC	08.14–09.15.	09.02.	159		20	–12		
Delta Aurigidák	DAU	09.05–10.10.	09.09.	167	64	60	47		
Epszilon Eridanidák	EER	09.09–12.	09.10.	167		57	–12		
Északi Piscidák	NPI	08.18–10.15.	09.16.	172	29	27	12		
Déli Piscidák	SPI	08.31–11.02.	09.20.	177	26	6	0	0.90	0.20
Kappa Aquaridák	KAQ	09.05–28.	09.21.	178	16	338	–5	1.00	0.20
Októberi Capricornidák	OCC	09.20–10.14.	10.03.	190	15	303	–10	0.80	0.20
Andromedidák	AND	09.25–11.12.	10.03.	190	18	20	34	0.38	0.66
Szigma Orionidák	SOR	09.10–10.26.	10.05.	192	65	86	–3	1.20	0.00
Giacobinidák	GIA	10.06–10.	10.08.	195	20	262	54		
Epszilon Geminidák	EGE	10.14–27.	10.18.	205	70	102	27	1.00	0.00
Orionidák	ORI	10.02–11.07.	10.21.	208	66	95	16	1.23	0.13
Leo Minoridák	LMI	10.22–24.	10.24.	210	62	162	37		
Déli Tauridák	STA	10.01–11.25.	11.05.	223	27	52	13	0.79	0.15
Pegasidák	PEG	10.29–11.12.	11.12.	230	11	335	21		
Északi Tauridák	NTA	10.01–11.25.	11.12.	230	29	58	22	0.76	0.10
Leonidák	LEO	11.14–21.	11.17.	235	71	153	22	0.70	–0.42
Delta Eridanidák	DER	11.06–29.	11.18.	236		58	–9		
Alfa Monocerotidák	AMO	11.15–25.	11.21.	239	65	117	1	1.10	–0.10
Északi Khi Orionidák	ORN	11.26–12.25.	12.02.	250	28	82	23	1.20	0.00
Monocerotidák	MON	11.27–12.17.	12.08.	257	42	100	8	1.20	0.00
Delta Arietidák	ARI	12.08–14.	12.09.	257	13	52	22		
Szigma Hydridák	HYD	12.03–15.	12.11.	259	58	127	2	0.70	–0.20
Déli Khi Orionidák	ORS	12.07–14.	12.11.	259	26	85	16		
Geminidák	GEM	12.07–17.	12.13.	262	35	112	33	1.02	–0.07
Coma Berenicidák	COM	12.12–01.23.	12.20.	268	65	175	25	0.88	–0.45
Ursidák	URS	12.17–26.	12.22.	270	33	217	76		
Omega Canis Maioridák	OCM	12.17–01.04.	12.27.	275		108	–25		

A táblázatban megtalálható a raj hivatalos neve, nemzetközi betűkódja, az aktivitás időszaka, amikor célszerűtlen érdemes megfigyelni, és a legnagyobb gyakoriság időpontja. A fizikai adatok:  $v$  a rajtagok átlagos mozgási sebessége a Földhöz képest,  $RA$  és  $D$  a radiáns egyenlítői koordinátái,  $SL$  a Nap geocentrikus ekliptikai hosszúsága a gyakorisági maximum idején,  $\Delta RA$  és  $\Delta D$  a radiáns vándorlásának sebessége fok/nap egységben.

# Fogyatkozások, fedések

(Minden időadat UT-ben)

## Napfogyatkozások:

4.08. 17<sup>h</sup> 51<sup>m</sup> – 23<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>

Gyűrűs-teljes napfogyatkozás, Európából nem látható. A fogyatkozás sávja Új-Zélandon, az Antarktison, a Csendes-óceánon, az Egyesült Államok déli részén, Közép-Amerikán, és Dél-Amerika északnyugati részén halad át.

10.03. 7<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> – 13<sup>h</sup> 28<sup>m</sup>

Gyűrűs napfogyatkozás, hazánkból részleges fogyatkozásként látható. A fogyatkozás sávja Grönland keleti részén, az Atlanti-óceánon, Európán, Afrikán és Nyugat-Ázsián halad át. A fogyatkozás adatait Magyarország nagyobb városaira a következő táblázat tartalmazza.

Város	$\lambda$ o /	$\varphi$ o /	$T_1$ h m	$T_{\max}$ h m	$T_2$ h m	$D$
Békéscsaba	21 05	46 41	8 07.9	9 23.6	10 42.6	0.518
Budapest	19 05	47 30	8 05.4	9 20.7	10 39.5	0.530
Debrecen	21 38	47 32	8 09.4	9 23.9	10 41.3	0.495
Eger	20 23	47 54	8 07.7	9 22.2	10 39.7	0.505
Győr	17 38	47 41	8 03.4	9 18.9	10 38.1	0.546
Kaposvár	17 47	46 22	8 02.6	9 19.7	10 40.6	0.569
Kecskemét	19 41	46 54	8 05.8	9 21.7	10 41.1	0.533
Miskolc	20 47	48 06	8 08.5	9 22.6	10 39.6	0.496
Nyíregyháza	21 43	47 57	8 09.9	9 23.8	10 40.6	0.486
Pécs	18 13	46 05	8 03.1	9 20.3	10 41.4	0.569
Salgótarján	19 48	48 05	8 06.9	9 21.4	10 39.0	0.510
Szeged	20 09	46 15	8 06.1	9 22.7	10 42.7	0.539
Székesfehérvár	18 25	47 12	8 04.2	9 20.1	10 39.6	0.545
Szekszárd	18 42	46 21	8 03.9	9 20.8	10 41.3	0.557
Szolnok	20 09	47 08	8 06.7	9 22.2	10 41.0	0.522
Szombathely	16 38	47 13	8 01.6	9 17.9	10 38.1	0.568
Tatabánya	18 25	47 34	8 04.4	9 19.9	10 38.9	0.538
Veszprém	17 45	47 06	8 03.1	9 19.3	10 39.2	0.555
Zalaegerszeg	16 51	46 50	8 01.6	9 18.3	10 38.9	0.573

$T_1$  = az első kontaktus,  $T_{\max}$  = a legnagyobb fázis,  $T_2$  = az utolsó kontaktus időpontja,  
 $D$  = a fogyatkozás nagysága napátmérőben kifejezve.

**Holdfogyatkozások:**4.24. 7<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> – 12<sup>h</sup> 00<sup>m</sup>

Félárnyékos holdfogyatkozás, hazánkból nem látható. Belépés a félárnyékba 7<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>, a fogyatkozás közepe 9<sup>h</sup> 55<sup>m</sup>, kilépés a félárnyékból 12<sup>h</sup> 00<sup>m</sup>. A fogyatkozás nagysága a félárnyékban 0.890.

10.17. 9<sup>h</sup> 51<sup>m</sup> – 14<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>

Részleges holdfogyatkozás, hazánkból nem látható. Belépés a félárnyékba 9<sup>h</sup> 51<sup>m</sup>, belépés a teljes árnyékba 11<sup>h</sup> 34<sup>m</sup>, a fogyatkozás közepe 12<sup>h</sup> 03<sup>m</sup>, kilépés a teljes árnyékból 12<sup>h</sup> 32<sup>m</sup>, kilépés a félárnyékból 14<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>. A fogyatkozás nagysága 0.068.

**A Hold bolygófedései**

Az év folyamán számos bolygófedés következik be, ezek azonban Magyarországról nem figyelhetők meg.

1.04.	02 <sup>h</sup>	Jupiter-fedés	5.31.	09 <sup>h</sup>	Mars-fedés
1.31.	11 <sup>h</sup>	Jupiter-fedés	6.16.	07 <sup>h</sup>	Jupiter-fedés
2.27.	15 <sup>h</sup>	Jupiter-fedés	7.13.	18 <sup>h</sup>	Jupiter-fedés
3.26.	16 <sup>h</sup>	Jupiter-fedés	8.08.	04 <sup>h</sup>	Vénusz-fedés
4.22.	18 <sup>h</sup>	Jupiter-fedés	8.10.	08 <sup>h</sup>	Jupiter-fedés
5.05.	14 <sup>h</sup>	Juno-fedés	9.07.	09 <sup>h</sup>	Vénusz-fedés
5.19.	22 <sup>h</sup>	Jupiter-fedés	12.12.	05 <sup>h</sup>	Mars-fedés

## A Hold csillagfedései

dátum	UT h m s	ZC	név	m	J	fázis	h o	C o	P o	A m/o	B m/o
1.06.	03 02 02	2120	158860	6.3	ki	0.25—	9	19É	357	−0.5	−1.7
07.	05 49 47	2270	183901	5.4	ki	0.15—	15	79D	267	+1.6	+0.8
16.	18 09 40	0184	88 Psc	6.0	be	0.44+	43	17É	355	−0.1	+3.8
17.	16 12 03	0290	92739	6.1	be	0.54+	54	12É	352	−0.6	+4.2
18.	16 51 52	0416	$\pi$ Ari	5.3	be	0.64+	58	64É	47	+1.2	+1.8
18.	21 35 25	0432	$\varrho^2$ Ari	5.8	be	0.65+	35	47É	31	+1.0	+1.0
18.	21 43 04	0433	$\varrho^3$ Ari	5.6	be	0.65+	34	48D	116	+0.8	−3.0
19.	23 58 51	0566	76250	6.0	be	0.75+	22	34D	135	−0.4	−3.6
20.	22 48 02	0703	76689	6.2	be	0.83+	44	63D	112	+0.8	−2.3
22.	01 23 52	0844	77322	5.8	be	0.90+	28	55D	128	−0.2	−2.5
23.	17 21 22	1088	47 Gem	5.8	be	0.97+	36	84D	117	+1.0	+0.7
23.	21 06 25	1105	79241	6.5	be	0.98+	68	42D	160	+1.7	−5.0
23.	22 15 49	1108	79286	7.0	be	0.98+	69	75É	98	+1.8	−0.6
29.	00 38 05	1648	118823	6.9	ki	0.88—	47	66D	267	+2.2	+0.8
30.	00 49 38	1746	119234	7.0	ki	0.81—	40	44D	246	+3.1	+2.8
2.01.	05 21 52	1971	86 Vir	5.5	ki	0.61—	26	29D	230	+3.7	+0.8
04.	04 06 36	2366	$\alpha$ Sco	1.1	be	0.30—	11	−22D	165	+0.0	−0.8
04.	04 49 25	2366	$\alpha$ Sco	1.1	ki	0.29—	14	51D	238	+2.3	+1.5
13.	19 26 32	0264	92628	7.0	be	0.28+	23	14D	145	+9.9	+9.9
15.	16 55 07	0487	$\tau^2$ Ari	5.2	be	0.47+	63	84É	69	+1.7	+0.6
15.	18 02 26	0492	65 Ari	6.1	be	0.47+	57	70D	95	+1.8	−1.1
18.	16 46 44	0909	77837	6.0	be	0.75+	59	54D	128	+2.2	−1.0
19.	20 57 54	1067	78968	7.1	be	0.83+	65	26D	164	+0.5	−5.8
20.	02 10 22	1088	47 Gem	5.8	be	0.85+	17	77É	89	−0.1	−1.4
21.	01 13 45	1211	$\omega^2$ Cnc	6.3	be	0.91+	33	78É	96	+0.5	−1.6
3.14.	21 33 37	0465	$\delta$ Ari	4.3	be	0.22+	4	53D	110	−0.5	−1.8
17.	17 45 11	0868	77478	7.5	be	0.49+	67	82D	96	+1.8	−0.8
17.	22 39 11	0890	136 Tau	4.6	be	0.51+	22	83D	96	+0.0	−1.6
18.	21 43 45	1035	78710	6.7	be	0.60+	40	86É	91	+0.8	−1.5
20.	00 33 25	1169	76 Gem	5.3	be	0.70+	19	65D	127	−0.3	−1.9
20.	20 34 36	1270	28 Cnc	6.0	be	0.77+	62	34É	51	+3.3	+2.3
22.	20 12 51	1479	98944	6.4	be	0.91+	57	69D	137	+1.3	−1.5
30.	03 06 49	2269	183900	5.4	ki	0.80—	17	73É	303	+1.5	−0.8
4.10.	18 50 11	0402	36 Ari	6.4	be	0.04+	7	15É	354	+2.1	+6.7
12.	19 36 39	0683	76646	7.4	be	0.16+	21	34D	134	−0.5	−2.8
15.	21 12 23	1108	79286	7.0	be	0.43+	32	69D	118	+0.1	−2.0
17.	18 18 04	1334	80529	7.0	be	0.61+	64	33D	164	+0.6	−3.6
20.	21 09 30	1645	118806	6.7	be	0.87+	47	72D	134	+1.1	−1.6
20.	22 23 49	1648	118823	6.9	be	0.87+	40	45É	71	+2.4	−0.6
24.	00 24 40	1971	86 Vir	5.5	be	1.00+	24	84D	101	+1.5	−1.2



dátum	UT h m s	ZC	név	m	J	fázis	h o	C o	P o	A m/o	B m/o
4.26.	22 06 06	2366	$\alpha$ Sco	1.1	be	0.92–	7	–78É	94	+1.1	+1.0
26.	23 12 36	2366	$\alpha$ Sco	1.1	ki	0.92–	13	67É	309	+1.0	+0.1
27.	00 11 04	2373	184437	6.1	ki	0.91–	15	55É	321	+1.1	–0.4
5.10.	18 49 38	0762	76955	6.6	be	0.06+	17	31D	137	–0.7	–2.5
11.	18 43 56	0909	77837	6.0	be	0.11+	27	45D	130	–0.2	–2.3
12.	20 58 32	1067	78968	7.1	be	0.19+	14	83D	99	–0.3	–1.4
17.	19 51 11	1603	118628	7.2	be	0.64+	46	52É	75	+2.4	–0.5
28.	01 59 11	2998	189416	6.3	ki	0.76–	17	90É	259	+1.6	+0.6
6.17.	18 49 34	1971	86 Vir	5.5	be	0.77+	30	68É	88	+2.1	+0.0
19.	22 55 29	2237	42 Lib	5.0	be	0.93+	12	65D	121	+1.3	–1.4
7.02.	01 29 07	0460	93304	6.9	ki	0.18–	17	45D	211	–0.4	+2.0
02.	01 42 43	0465	$\delta$ Ari	4.3	be	0.18–	19	–87É	73	+0.0	+1.7
02.	02 41 26	0465	$\delta$ Ari	4.3	ki	0.17–	29	66D	232	+0.1	+2.0
03.	01 28 45	0594	76388	6.9	ki	0.11–	12	49D	221	–0.5	+1.8
22.	20 39 30	3164	$\epsilon$ Cap	4.5	ki	0.97–	7	59É	296	+0.8	+1.0
22.	23 40 16	3175	$\kappa$ Cap	4.7	ki	0.96–	23	62É	291	+2.2	–0.1
8.30.	02 41 14	1093	79170	6.6	ki	0.18–	32	81É	290	+0.7	+0.9
31.	01 10 08	1211	$\omega^2$ Cnc	6.3	ki	0.12–	9	81D	279	–0.2	+1.1
9.01.	03 34 37	1334	80529	7.0	ki	0.06–	22	56É	328	+0.8	–0.6
15.	17 12 08	3164	$\epsilon$ Cap	4.5	be	0.92+	8	41É	14	+1.0	+2.2
15.	20 10 21	3175	$\kappa$ Cap	4.7	be	0.92+	23	51É	24	+0.9	+1.2
19.	18 33 01	0180	$\zeta$ Psc	5.2	ki	0.96–	11	64É	275	+0.2	+1.4
22.	03 45 06	0472	$\zeta$ Ari	4.9	ki	0.80–	55	75D	237	+1.4	+0.5
22.	23 40 54	0598	36 Tau	5.5	ki	0.72–	47	16D	183	–0.8	+4.1
24.	21 39 19	0885	77625	5.6	ki	0.53–	14	58É	300	+0.1	+0.8
10.07.	17 03 44	2312	184144	5.3	be	0.18+	4	30D	165	+1.8	–2.8
12.	21 31 21	3130	33 Cap	5.4	é	0.73+	12	10D	149	+1.5	+1.1
13.	17 36 04	3265	164949	6.5	be	0.82+	22	84D	71	+1.4	+1.1
14.	23 07 25	3421	$\chi$ Aqr	4.9	be	0.91+	24	84É	57	+0.8	–0.2
19.	03 28 12	0421	93140	6.6	ki	0.97–	37	54É	282	+0.9	–2.0
19.	22 51 35	0524	76043	6.7	ki	0.93–	58	69D	231	+1.0	+1.9
20.	04 29 01	0556	76215	5.4	ki	0.92–	38	56D	219	+1.1	+0.6
20.	04 48 06	0559	76225	6.5	ki	0.92–	36	23É	320	+0.1	–4.5
22.	23 06 56	0996	78440	6.8	ki	0.69–	40	52É	309	+1.4	+0.0
23.	01 55 33	1008	49 Aur	5.3	ki	0.68–	65	66D	248	+1.6	+1.7
23.	04 22 03	1022	54 Aur	6.0	ki	0.68–	67	36É	327	+1.1	–3.6
28.	05 07 08	1576	53 Leo	5.3	ki	0.21–	45	1É	23	+9.9	+9.9
11.12.	20 33 40	0081	109315	6.4	be	0.88+	45	83É	58	+1.3	+0.6
16.	18 43 46	0598	36 Tau	5.5	ki	0.99–	34	88D	238	+0.2	+1.9
17.	04 39 22	0647	$\chi$ Tau	5.4	ki	0.99–	25	19É	316	–0.4	–3.1
20.	04 04 03	1093	79170	6.6	ki	0.83–	58	69É	294	+1.2	–1.8

dátum	UT h m s	ZC	név	$m$	J	fázis	$h$ °	$C$ °	$P$ °	$A$ m/°	$B$ m/°
11.21.	00 14 13	1206	$\omega^1$ Cnc	5.9	ki	0.76–	53	64É	305	+1.5	–0.3
21.	00 46 37	1211	$\omega^2$ Cnc	6.3	ki	0.76–	57	53D	242	+1.6	+2.6
27.	02 50 44	1814	138885	6.7	ki	0.21–	15	81É	301	+0.5	+0.5
12.06.	16 11 11	3175	$\kappa$ Cap	4.7	be	0.30+	23	51D	112	+2.5	–1.1
09.	21 32 36	0050	44 Psc	5.8	be	0.66+	25	77É	53	+0.7	–0.1
12.	16 06 26	0415	40 Ari	5.8	be	0.91+	33	69D	97	+0.9	+1.4
13.	19 26 10	0556	76215	5.4	be	0.96+	59	78É	74	+1.4	+1.3
13.	20 28 42	0564	76244	6.2	be	0.96+	65	48É	45	+1.2	+2.0
17.	00 05 01	1035	78710	6.7	ki	0.98–	70	88É	260	+1.9	+0.3
18.	02 09 00	1169	76 Gem	5.3	ki	0.94–	62	86D	268	+1.8	–0.7
23.	05 59 27	1696	119003	6.9	ki	0.55–	40	55D	259	+2.4	–0.7
25.	05 24 44	1886	139175	5.6	ki	0.36–	34	81D	283	+1.9	–0.2
26.	02 21 51	1986	158197	7.1	ki	0.28–	10	49É	330	+0.1	–0.4
27.	03 46 40	2099	158752	6.9	ki	0.19–	10	69É	306	+0.6	+0.4

### Útmutató A Hold csillagfedései című táblázathoz

Az előrejelzések 10 cm-es távcsőátmérőre készültek.

UT = A jelenség előrejelzett időpontja UT-ben

ZC = a csillag Zodiactal Catalog szerinti száma

név = ha csak szám áll, az a csillag SAO katalógusszáma

$m$  = a csillag fényessége

J = jelenség: be = belépés ki = kilépés é = érintő fedés

a fázis – jel esetén csökkenő, + jel esetén növekvő

$h$  = a Hold látóhatár feletti magassága

$C$  = a jelenség pozíciósöge a Hold terminátorának északi (É),  
illetve déli (D) csúcsától, negatív értéknél a világos,  
pozitívnál a sötét oldalon

$P$  = a jelenség pozíciósöge

$A$  = hosszúsági együttható

$B$  = szélességi együttható

E két szám segítségével a  $(\lambda, \varphi)$  földrajzi koordinátájú megfigyelőhelyen a táblázatban előrejelzett  $t_0$  időpont helyett az alábbi  $t$  időpontban várható a jelenség:

$$t = t_0 + (\lambda - 19^{\circ}0)A + (\varphi - 47^{\circ}5)B$$

$m < 4^m$ 

## Csillagkatalógus J2005.5-re

 $\delta > -30^\circ$ 

csillag	RA h m s	$\Delta RA$ s/év	D " ' "	$\Delta D$ "/év	$\mu_{RA}$ s	$\mu_D$ "	$v_{rad}$ km/s	$\pi$ "	m
$\alpha$ And	0 08 40.4	+3.11	+29 07 15	+19.9	1.039	-16.33	-12.0	0.024	2.06
$\beta$ Cas	0 09 28.5	+3.24	+59 10 48	+19.8	6.827	-18.09	11.0	0.072	2.27
$\gamma$ Peg	0 13 31.2	+3.10	+15 12 51	+20.0	0.019	-1.20	4.0	0.000	2.83
$\iota$ Cet	0 19 42.5	+3.06	-8 47 37	+19.9	-0.093	-3.61	19.0	0.010	3.56
$\zeta$ Cas	0 37 16.8	+3.37	+53 55 38	+19.8	0.219	-0.91	2.0	0.004	3.66
$\delta$ And	0 39 37.4	+3.22	+30 53 28	+19.7	1.060	-9.15	-7.0	0.024	3.27
$\alpha$ Cas	0 40 49.4	+3.44	+56 34 03	+19.7	0.636	-3.19	-4.0	0.016	2.23
$\beta$ Cet	0 43 51.9	+3.01	-17 57 23	+19.7	1.637	3.25	13.0	0.057	2.04
$\gamma$ Cas	0 57 02.7	+3.67	+60 44 47	+19.4	0.355	-0.53	-7.0	0.034	2.47
$\mu$ And	0 57 03.6	+3.35	+38 31 45	+19.5	1.297	3.27	8.0	0.032	3.87
$\eta$ Cet	1 08 52.0	+3.02	-10 09 12	+19.0	1.474	-13.83	12.0	0.032	3.45
$\beta$ And	1 10 02.5	+3.38	+35 38 58	+19.0	1.457	-11.35	3.0	0.043	2.06
$\theta$ Cet	1 24 17.9	+3.00	-8 09 19	+18.5	-0.532	-21.85	17.0	0.034	3.60
$\delta$ Cas	1 26 10.8	+3.97	+60 15 49	+18.6	3.993	-5.11	7.0	0.029	2.68
$\eta$ Psc	1 31 46.7	+3.22	+15 22 26	+18.5	0.193	-0.55	15.0	0.015	3.62
51 And	1 38 20.0	+3.71	+48 39 21	+18.1	0.652	-11.33	16.0	0.021	3.57
$\tau$ Cet	1 44 19.4	+2.79	-15 54 31	+18.9	-11.911	85.64	-16.2	0.275	3.50
$\zeta$ Cet	1 51 43.9	+2.96	-10 18 29	+17.7	0.276	-3.90	9.0	0.038	3.73
$\alpha$ Tri	1 53 23.8	+3.44	+29 36 20	+17.4	0.087	-23.51	-13.0	0.050	3.41
$\varepsilon$ Cas	1 54 47.8	+4.38	+63 41 49	+17.6	0.476	-2.08	-8.0	0.010	3.38
$\beta$ Ari	1 54 56.7	+3.33	+20 50 05	+17.5	0.684	-11.11	-2.0	0.063	2.64
$\gamma^1$ And	2 04 14.3	+3.71	+42 21 21	+17.1	0.404	-5.17	-12.0	0.013	2.26
$\alpha$ Ari	2 07 29.1	+3.40	+23 29 17	+16.9	1.383	-14.83	-14.0	0.043	2.00
$\beta$ Tri	2 09 52.4	+3.59	+35 00 47	+16.9	1.218	-4.03	10.0	0.012	3.00
$\alpha$ UMi	2 38 10.5	+71.72	+89 17 17	+15.4	19.877	-1.52	-17.0	0.007	2.02
41 Ari	2 50 18.5	+3.55	+27 16 58	+14.6	0.500	-11.75	4.0	0.031	3.63
$\eta$ Per	2 51 06.1	+4.42	+55 55 05	+14.7	0.203	-1.42	-1.0	0.006	3.76
$\tau$ Per	2 54 39.0	+4.29	+52 47 05	+14.5	-0.004	-0.54	2.0	0.012	3.95
$\eta$ Eri	2 56 41.8	+2.94	-8 52 35	+14.2	0.536	-21.95	-20.0	0.027	3.89
$\alpha$ Cet	3 02 34.1	+3.14	+4 06 40	+13.9	-0.063	-7.80	-26.0	0.009	2.53
$\gamma$ Per	3 05 11.9	+4.38	+53 31 39	+13.8	-0.001	-0.47	3.0	0.011	2.93
$\rho$ Per	3 05 31.8	+3.87	+38 51 41	+13.7	1.110	-10.56	28.0	0.011	3.39
$\beta$ Per	3 08 31.7	+3.93	+40 58 35	+13.6	0.031	-0.09	4.0	0.031	2.12
$\alpha$ Per	3 24 43.1	+4.31	+49 52 49	+12.5	0.246	-2.46	-2.0	0.029	1.80
$\sigma$ Tau	3 25 06.6	+3.24	+9 02 52	+12.5	-0.445	-7.80	-21.0	0.011	3.60
$\xi$ Tau	3 27 28.1	+3.26	+9 45 06	+12.3	0.405	-3.89	-2.0	0.000	3.74
$\varepsilon$ Eri	3 33 11.4	+2.83	-9 26 24	+12.0	-6.580	2.10	15.4	0.303	3.73
$\delta$ Per	3 43 19.1	+4.30	+47 48 17	+11.2	0.280	-3.42	4.0	0.016	3.01
$\delta$ Eri	3 43 30.7	+2.88	-9 44 42	+12.0	-0.622	74.48	-6.0	0.109	3.54
17 Tau	3 45 12.2	+3.57	+24 07 49	+11.1	0.142	-4.61	12.0	0.019	3.70
$\nu$ Per	3 45 34.2	+4.10	+42 35 44	+11.1	-0.130	-0.16	-13.0	0.014	3.77
$\eta$ Tau	3 47 48.7	+3.58	+24 07 18	+10.9	0.136	-4.60	10.0	0.008	2.87
27 Tau	3 49 29.4	+3.58	+24 04 11	+10.8	0.130	-4.67	9.0	0.000	3.63
$\zeta$ Per	3 54 28.7	+3.79	+31 53 58	+10.4	0.045	-1.02	20.0	0.010	2.85

csillag	RA h m s	$\Delta RA$ s/év	D ° ' "	$\Delta D$ "/év	$\mu_{RA}$ s	$\mu_D$ "	$v_{rad}$ km/s	$\pi$ "	m
$\varepsilon$ Per	3 58 13.5	+4.04	+40 01 33	+10.1	0.156	-2.58	1.0	0.009	2.89
$\gamma$ Eri	3 58 17.2	+2.80	-13 29 35	+10.0	0.420	-11.14	62.0	0.010	2.95
$\lambda$ Tau	4 00 59.1	+3.33	+12 30 20	+9.9	-0.043	-1.24	18.0	0.002	3.47
$\nu$ Tau	4 03 27.0	+3.20	+6 00 15	+9.8	0.035	-0.32	-6.0	0.022	3.91
$\gamma$ Tau	4 20 06.4	+3.42	+15 38 26	+8.4	0.799	-2.50	39.0	0.028	3.63
$\delta^1$ Tau	4 23 15.2	+3.47	+17 33 18	+8.2	0.747	-2.96	39.0	0.016	3.76
$\varepsilon$ Tau	4 28 56.3	+3.51	+19 11 32	+7.7	0.756	-3.77	39.0	0.018	3.54
$\alpha$ Tau	4 36 14.2	+3.45	+16 31 12	+7.0	0.439	-18.97	54.0	0.048	0.85
$\nu$ Eri	4 36 35.6	+3.00	-3 20 30	+7.1	0.013	-0.52	15.0	0.000	3.93
53 Eri	4 38 25.9	+2.75	-14 17 37	+6.8	-0.519	-15.56	42.0	0.036	3.87
$\pi^3$ Ori	4 50 08.4	+3.26	+6 58 14	+6.0	3.130	1.15	24.0	0.125	3.19
$\pi^4$ Ori	4 51 30.0	+3.20	+5 36 51	+5.9	-0.009	0.06	23.0	0.001	3.69
$\pi^5$ Ori	4 54 32.3	+3.13	+2 26 57	+5.6	0.002	-0.03	23.0	0.003	3.72
$\iota$ Aur	4 57 21.2	+3.92	+33 10 28	+5.4	0.027	-1.79	18.0	0.015	2.69
$\varepsilon$ Aur	5 02 21.9	+4.32	+43 49 51	+5.0	-0.006	-0.38	-3.0	0.007	2.99
$\zeta$ Aur	5 02 51.8	+4.20	+41 05 00	+4.9	0.076	-2.20	13.0	0.005	3.75
$\varepsilon$ Lep	5 05 41.6	+2.54	-22 21 50	+4.6	0.180	-7.38	1.0	0.011	3.19
$\eta$ Aur	5 06 54.1	+4.22	+41 14 29	+4.5	0.259	-6.78	7.0	0.013	3.17
$\beta$ Eri	5 08 07.2	+2.95	-5 04 47	+4.4	-0.633	-8.08	-9.0	0.042	2.79
$\mu$ Lep	5 13 10.7	+2.70	-16 11 58	+4.0	0.296	-2.59	28.0	0.018	3.31
$\beta$ Ori	5 14 48.1	+2.89	-8 11 44	+3.9	0.003	-0.13	21.0	0.013	0.12
$\alpha$ Aur	5 17 05.8	+4.44	+46 00 11	+3.3	0.728	-42.47	30.0	0.073	0.08
$\tau$ Ori	5 17 52.4	+2.92	-6 50 20	+3.7	-0.101	-0.82	20.0	0.006	3.60
$\gamma$ Ori	5 25 25.6	+3.22	+6 21 15	+3.0	-0.059	-1.39	18.0	0.026	1.64
$\beta$ Tau	5 26 38.4	+3.80	+28 36 42	+2.7	0.169	-17.51	9.0	0.018	1.65
$\beta$ Lep	5 28 28.9	+2.57	-20 45 19	+2.7	-0.031	-8.86	-14.0	0.014	2.84
$\delta$ Ori	5 32 17.3	+3.07	-0 17 44	+2.4	0.010	-0.22	16.0	0.014	2.23
$\alpha$ Lep	5 32 58.4	+2.65	-17 49 07	+2.4	0.007	0.19	24.0	0.007	2.58
$\iota$ Ori	5 35 42.1	+2.94	-5 54 24	+2.1	0.000	0.11	22.0	0.021	2.76
$\varepsilon$ Ori	5 36 29.6	+3.05	-1 11 56	+2.0	0.006	-0.24	26.0	0.000	1.70
$\zeta$ Tau	5 37 58.4	+3.59	+21 08 44	+1.9	0.002	-2.10	20.0	0.008	3.00
$\gamma$ Lep	5 44 41.6	+2.50	-22 26 49	+1.0	-2.114	-36.98	-10.0	0.122	3.60
$\zeta$ Lep	5 47 12.3	+2.72	-14 49 13	+1.1	-0.109	-0.06	20.0	0.042	3.55
$\kappa$ Ori	5 48 01.1	+2.85	-9 40 05	+1.0	0.013	-0.24	21.0	0.015	2.06
$\delta$ Lep	5 51 33.5	+2.58	-20 52 44	+0.1	1.623	-64.89	99.3	0.022	3.81
$\alpha$ Ori	5 55 28.2	+3.25	+7 24 28	+0.4	0.173	0.87	21.0	0.005	0.50
$\eta$ Lep	5 56 39.3	+2.73	-14 10 01	+0.4	-0.286	13.93	-2.0	0.061	3.71
$\beta$ Aur	5 59 55.9	+4.40	+44 56 51	+0.0	-0.541	0.03	-18.0	0.037	1.90
$\delta$ Aur	5 59 58.8	+4.94	+54 17 04	-0.1	0.926	-12.54	8.0	0.020	3.72
$\beta$ CMa	6 22 56.5	+2.64	-17 57 32	-2.0	-0.044	0.03	34.0	0.014	1.98
$\mu$ Gem	6 23 17.6	+3.63	+22 30 37	-2.1	0.391	-11.10	55.0	0.021	2.88
$\gamma$ Gem	6 38 01.8	+3.47	+16 23 39	-3.4	0.293	-4.16	-13.0	0.031	1.93
$\varepsilon$ Gem	6 44 16.2	+3.69	+25 07 31	-3.9	-0.041	-1.34	10.0	0.017	2.98
$\alpha$ CMa	6 45 23.4	+2.64	-16 43 26	-5.1	-3.847	-120.53	-7.6	0.375	-1.46
$\xi$ Gem	6 45 35.9	+3.37	+12 53 21	-4.2	-0.791	-19.14	25.0	0.051	3.36



csillag	RA h m s	$\Delta RA$ s/év	D ° ' "	$\Delta D$ "/év	$\mu_{RA}$ s	$\mu_D$ "	$v_{rad}$ km/s	$\pi$ "	m
$\vartheta$ Gem	6 53 09.1	+3.95	+33 57 15	-4.7	-0.017	-4.81	21.0	0.021	3.60
$\varepsilon$ CMa	6 58 50.5	+2.36	-28 58 47	-5.1	0.031	0.28	27.0	0.000	1.50
$\sigma$ CMa	7 01 56.3	+2.39	-27 56 35	-5.3	-0.038	0.49	22.0	0.017	3.46
$\sigma^2$ CMa	7 03 15.2	+2.51	-23 50 30	-5.5	-0.031	0.32	48.0	0.000	3.03
$\zeta$ Gem	7 04 26.1	+3.56	+20 33 42	-5.6	-0.065	-0.05	7.0	0.000	3.79
$\delta$ CMa	7 08 36.9	+2.44	-26 24 08	-5.9	-0.024	0.44	34.0	0.000	1.86
$\lambda$ Gem	7 18 24.5	+3.45	+16 31 48	-6.8	-0.331	-3.66	-9.0	0.041	3.58
$\delta$ Gem	7 20 27.1	+3.58	+21 58 18	-6.9	-0.188	-1.23	4.0	0.059	3.53
$\eta$ CMa	7 24 18.8	+2.37	-29 18 51	-7.2	-0.031	0.53	41.0	0.000	2.44
$\iota$ Gem	7 26 04.1	+3.72	+27 47 12	-7.4	-0.926	-8.61	8.0	0.031	3.79
$\beta$ CMi	7 27 26.9	+3.25	+8 16 40	-7.5	-0.350	-3.83	22.0	0.020	2.90
$\alpha$ Gem	7 34 57.0	+3.82	+31 52 34	-8.2	-1.347	-9.87	-1.0	0.072	1.58
$\alpha$ CMi	7 39 35.4	+3.14	+5 12 38	-9.5	-4.755	-102.29	-3.0	0.288	0.38
$\alpha$ Mon	7 41 30.6	+2.87	-9 33 51	-8.6	-0.493	-1.92	11.0	0.019	3.93
$\kappa$ Gem	7 44 46.7	+3.62	+24 23 04	-8.9	-0.244	-5.23	21.0	0.025	3.57
$\beta$ Gem	7 45 39.1	+3.66	+28 00 45	-9.0	-4.740	-4.59	3.0	0.093	1.14
$\xi$ Pup	7 49 31.5	+2.52	-24 52 26	-9.2	-0.022	-0.18	3.0	0.003	3.34
$\rho$ Pup	8 07 46.7	+2.56	-24 19 13	-10.6	-0.606	4.92	46.0	0.031	2.81
$\beta$ Cnc	8 16 48.8	+3.25	+9 10 06	-11.3	-0.298	-4.89	22.0	0.014	3.52
(Hya)	8 25 56.1	+3.00	-3 55 29	-11.9	-0.444	-2.29	10.0	0.019	3.90
$\sigma$ UMa	8 30 43.1	+4.94	+60 41 58	-12.4	-1.818	-10.73	20.0	0.009	3.36
$\delta$ Cnc	8 44 59.8	+3.40	+18 08 02	-13.4	-0.126	-22.81	17.0	0.025	3.94
$\zeta$ Hya	8 55 41.1	+3.17	+5 55 28	-13.9	-0.665	1.44	23.0	0.029	3.11
$\iota$ UMa	8 59 34.9	+4.08	+48 01 11	-14.4	-4.428	-22.64	9.0	0.066	3.14
$\kappa$ UMa	9 03 59.9	+4.07	+47 08 04	-14.5	-0.323	-5.41	4.0	0.010	3.60
$\vartheta$ Hya	9 14 39.0	+3.12	+2 17 27	-15.4	0.862	-31.00	-10.0	0.019	3.88
$\alpha$ Lyn	9 21 23.3	+3.64	+34 22 08	-15.4	-1.789	1.87	38.0	0.021	3.13
$\alpha$ Hya	9 27 51.5	+2.95	-8 40 58	-15.8	-0.093	3.28	-4.0	0.017	1.98
23 UMa	9 31 57.4	+4.67	+63 02 15	-16.0	1.604	2.77	-10.0	0.034	3.67
$\vartheta$ UMa	9 33 13.3	+3.98	+51 39 07	-16.6	-10.253	-53.14	15.0	0.052	3.17
$\iota$ Hya	9 40 08.2	+3.06	-1 10 05	-16.5	0.324	-6.43	23.0	0.020	3.91
$\sigma$ Leo	9 41 26.6	+3.20	+9 52 01	-16.5	-0.961	-3.67	27.0	0.028	3.52
$\varepsilon$ Leo	9 46 09.8	+3.40	+23 44 55	-16.7	-0.337	-1.10	4.0	0.010	2.98
$\nu$ UMa	9 51 22.6	+4.22	+59 00 45	-17.1	-3.797	-15.12	27.0	0.036	3.80
$\mu$ Leo	9 53 04.5	+3.40	+25 58 51	-17.1	-1.602	-5.59	14.0	0.022	3.88
$\eta$ Leo	10 07 37.9	+3.26	+16 44 08	-17.7	-0.011	-0.04	3.0	0.003	3.52
$\alpha$ Leo	10 08 39.9	+3.19	+11 56 24	-17.7	-1.693	0.64	6.0	0.039	1.35
$\lambda$ Hya	10 10 51.4	+2.93	-12 22 53	-17.9	-1.379	-8.85	19.0	0.014	3.61
$\zeta$ Leo	10 16 59.7	+3.33	+23 23 23	-18.1	0.131	-0.71	-16.0	0.017	3.44
$\lambda$ UMa	10 17 25.6	+3.60	+42 53 12	-18.1	-1.494	-3.78	18.0	0.030	3.45
$\mu$ UMa	10 22 39.3	+3.55	+41 28 18	-18.2	-0.726	3.45	-21.0	0.031	3.05
$\mu$ Hya	10 26 21.4	+2.91	-16 51 52	-18.5	-0.890	-7.99	40.0	0.013	3.81
$\rho$ Leo	10 33 06.0	+3.16	+9 16 41	-18.6	-0.044	-0.27	42.0	0.011	3.85
$\nu$ Hya	10 49 53.8	+2.96	-16 13 21	-18.9	0.654	20.02	-1.0	0.022	3.11
46 LMi	10 53 37.1	+3.34	+34 11 06	-19.5	0.700	-27.85	16.0	0.017	3.83

csillag	RA h m s	$\Delta RA$ s/év	D ° ' "	$\Delta D$ "/év	$\mu_{RA}$ s	$\mu_D$ "	$v_{rad}$ km/s	$\pi$ "	m
$\beta$ UMa	11 02 10.2	+3.59	+56 21 10	-19.4	0.988	3.40	-12.0	0.042	2.37
$\alpha$ UMa	11 04 03.8	+3.66	+61 43 16	-19.5	-1.675	-6.65	-9.0	0.031	1.79
$\psi$ UMa	11 09 58.2	+3.35	+44 28 07	-19.6	-0.604	-2.77	-4.0	0.000	3.01
$\delta$ Leo	11 14 24.0	+3.18	+20 29 37	-19.8	1.011	-12.98	-20.0	0.040	2.56
$\theta$ Leo	11 14 31.7	+3.14	+15 23 58	-19.7	-0.420	-7.86	8.0	0.019	3.34
$\nu$ UMa	11 18 46.5	+3.23	+33 03 51	-19.7	-0.205	2.84	-9.0	0.013	3.48
$\delta$ Crt	11 19 37.0	+3.00	-14 48 30	-19.5	-0.844	20.75	-5.0	0.019	3.56
$\lambda$ Dra	11 31 43.5	+3.50	+69 18 02	-19.9	-0.733	-1.71	7.0	0.024	3.84
$\chi$ UMa	11 46 20.3	+3.15	+47 44 56	-20.0	-1.361	2.95	-9.0	0.014	3.71
$\beta$ Leo	11 49 20.4	+3.06	+14 32 29	-20.1	-3.422	-11.41	0.0	0.076	2.14
$\beta$ Vir	11 50 58.9	+3.13	+1 44 01	-20.3	4.954	-27.11	5.0	0.098	3.61
$\gamma$ UMa	11 54 07.1	+3.13	+53 39 51	-20.0	1.073	1.17	-13.0	0.020	2.44
$\varepsilon$ Crv	12 10 24.5	+3.10	-22 39 01	-20.0	-0.512	1.35	5.0	0.020	3.00
$\delta$ UMa	12 15 41.8	+2.95	+57 00 07	-20.0	1.270	0.94	-13.0	0.052	3.31
$\gamma$ Crv	12 16 05.4	+3.09	-17 34 21	-20.0	-1.124	2.33	-4.0	0.000	2.59
$\eta$ Vir	12 20 11.3	+3.07	-0 41 50	-20.0	-0.419	-1.81	2.0	0.010	3.89
$\delta$ Crv	12 30 09.0	+3.11	-16 32 46	-20.0	-1.460	-13.80	9.0	0.018	2.95
$\kappa$ Dra	12 33 42.9	+2.53	+69 45 29	-19.8	-1.130	1.19	-11.0	0.010	3.87
$\beta$ Crv	12 34 40.6	+3.16	-23 25 38	-19.9	0.016	-5.39	-8.0	0.027	2.65
$\varepsilon$ UMa	12 54 16.2	+2.62	+55 55 48	-19.5	1.328	-0.58	-9.0	0.009	1.77
$\delta$ Vir	12 55 52.8	+3.02	+3 22 03	-19.5	-3.129	-5.39	-18.0	0.017	3.38
$\alpha^2$ CVn	12 56 17.1	+2.80	+38 17 20	-19.4	-1.987	5.65	-3.0	0.023	2.90
$\varepsilon$ Vir	13 02 27.0	+2.99	+10 55 47	-19.3	-1.854	2.00	-14.0	0.036	2.83
$\gamma$ Hya	13 19 13.3	+3.27	-23 12 02	-18.9	0.467	-4.47	-5.0	0.021	3.00
$\zeta$ UMa	13 24 08.8	+2.41	+54 53 48	-18.7	1.411	-2.00	-6.0	0.037	2.27
$\alpha$ Vir	13 25 29.0	+3.17	-11 11 24	-18.7	-0.278	-2.83	1.0	0.021	0.97
$\zeta$ Vir	13 34 58.4	+3.06	-0 37 26	-18.3	-1.899	4.21	-13.0	0.035	3.37
$\eta$ UMa	13 47 45.4	+2.36	+49 17 10	-17.9	-1.249	-1.09	-11.0	0.035	1.86
$\eta$ Boo	13 54 56.8	+2.86	+18 22 13	-17.9	-0.440	-35.83	0.0	0.102	2.68
$\alpha$ Dra	14 04 32.3	+1.63	+64 20 59	-17.1	-0.842	1.83	-13.0	0.011	3.65
$\pi$ Hya	14 06 41.2	+3.43	-26 42 31	-17.2	0.328	-13.89	27.0	0.039	3.27
$\alpha$ Boo	14 15 54.7	+2.74	+19 09 14	-18.6	-7.714	-199.84	-5.0	0.090	-0.04
$\varrho$ Boo	14 32 04.0	+2.59	+30 20 51	-15.7	-0.772	11.94	-14.0	0.025	3.58
$\gamma$ Boo	14 32 18.0	+2.42	+38 17 04	-15.6	-0.966	15.32	-37.0	0.016	3.03
$\mu$ Vir	14 43 21.1	+3.17	-5 40 55	-15.5	0.729	-31.60	5.0	0.039	3.88
109 Vir	14 46 31.6	+3.04	+1 52 12	-15.0	-0.758	-2.64	-6.0	0.030	3.72
$\beta$ UMi	14 50 41.7	-0.12	+74 07 59	-14.7	-0.763	1.22	17.0	0.031	2.08
$\alpha^2$ Lib	14 51 11.0	+3.33	-16 03 52	-14.8	-0.734	-6.68	-10.0	0.049	2.75
$\beta$ Boo	15 02 09.2	+2.26	+40 22 09	-14.1	-0.356	-2.78	-20.0	0.022	3.50
$\sigma$ Lib	15 04 23.6	+3.52	-25 18 12	-13.9	-0.540	-4.30	-4.0	0.056	3.29
$\delta$ Boo	15 15 43.5	+2.42	+33 17 40	-13.3	0.689	-11.20	-12.0	0.028	3.49
$\beta$ Lib	15 17 18.2	+3.24	-9 24 11	-13.1	-0.649	-1.91	-35.0	0.000	2.61
$\gamma$ UMi	15 20 43.4	-0.05	+71 48 52	-12.8	-0.401	2.02	-4.0	0.003	3.05
$\iota$ Dra	15 25 03.1	+1.34	+58 56 49	-12.5	-0.117	1.73	-11.0	0.032	3.29
$\beta$ CrB	15 28 03.4	+2.48	+29 05 13	-12.2	-1.369	8.63	-19.0	0.031	3.68

csillag	$R_A$ h m s	$\Delta R_A$ s/év	$D$ o ' "	$\Delta D$ "/év	$\mu_{RA}$ s	$\mu_D$ "	$v_{rad}$ km/s	$\pi$ "	$m$
$\alpha$ CrB	15 34 55.3	+2.54	+26 41 47	-11.9	0.906	-8.86	2.0	0.043	2.23
$\gamma$ Lib	15 35 50.1	+3.37	-14 48 27	-11.8	0.445	0.88	-28.0	0.033	3.91
$\nu$ Lib	15 37 21.6	+3.66	-28 09 10	-11.7	-0.069	0.27	-25.0	0.037	3.58
$\alpha$ Ser	15 44 32.4	+2.96	+6 24 31	-11.1	0.917	4.68	3.0	0.046	2.65
$\beta$ Ser	15 46 26.5	+2.77	+15 24 18	-11.1	0.463	-4.50	-1.0	0.034	3.67
$\mu$ Ser	15 49 54.5	+3.14	-3 26 48	-10.8	-0.574	-2.40	-9.0	0.007	3.54
$\varepsilon$ Ser	15 51 05.4	+3.00	+4 27 41	-10.6	0.858	6.28	-9.0	0.035	3.71
$\gamma$ Ser	15 56 42.5	+2.78	+15 38 38	-11.6	2.158	-128.14	7.0	0.069	3.85
$\pi$ Sco	15 59 11.1	+3.64	-26 07 46	-10.1	-0.084	-2.55	-3.0	0.010	2.89
$\delta$ Sco	16 00 39.6	+3.56	-22 38 13	-10.0	-0.085	-2.22	-7.0	0.000	2.32
$\beta^1$ Sco	16 05 45.5	+3.50	-19 49 12	-9.6	-0.039	-1.91	-1.0	0.009	2.62
$\delta$ Oph	16 14 38.1	+3.15	-3 42 29	-9.0	-0.294	-14.30	-20.0	0.029	2.74
$\varepsilon$ Oph	16 18 36.8	+3.18	-4 42 20	-8.5	0.566	4.10	-10.0	0.036	3.24
$\tau$ Her	16 19 54.4	+1.81	+46 18 02	-8.4	-0.109	4.00	-14.0	0.027	3.89
$\sigma$ Sco	16 21 31.4	+3.66	-25 36 20	-8.4	-0.076	-2.07	3.0	0.000	2.89
$\gamma$ Her	16 22 09.8	+2.65	+19 08 26	-8.3	-0.330	4.32	-35.0	0.015	3.75
$\alpha$ Sco	16 29 44.7	+3.69	-26 26 38	-7.7	-0.071	-2.03	-3.0	0.019	0.96
$\beta$ Her	16 30 27.4	+2.58	+21 28 40	-7.6	-0.702	-1.46	-26.0	0.017	2.77
$\tau$ Sco	16 36 13.6	+3.74	-28 13 37	-7.2	-0.064	-2.21	2.0	0.020	2.82
$\zeta$ Oph	16 37 27.7	+3.31	-10 34 40	-7.0	0.092	2.63	-15.0	0.003	2.56
$\eta$ Her	16 43 05.1	+2.06	+38 54 43	-6.7	0.318	-8.25	8.0	0.053	3.53
$\kappa$ Oph	16 57 55.7	+2.84	+9 22 00	-5.4	-1.969	-1.05	-56.0	0.026	3.20
$\varepsilon$ Her	17 00 30.0	+2.30	+30 55 07	-5.1	-0.362	2.76	-25.0	0.022	3.92
$\zeta$ Dra	17 08 48.2	+0.18	+65 42 28	-4.4	-0.324	2.18	-17.0	0.017	3.17
$\eta$ Oph	17 10 41.6	+3.45	-15 43 53	-4.2	0.260	9.50	-1.0	0.052	2.43
$\pi$ Her	17 15 14.3	+2.09	+36 48 12	-3.9	-0.215	0.36	-26.0	0.020	3.16
$\delta$ Her	17 15 15.5	+2.47	+24 49 59	-4.0	-0.151	-15.69	-40.0	0.034	3.14
$\vartheta$ Oph	17 22 20.9	+3.69	-25 00 16	-3.3	-0.026	-1.99	-2.0	0.000	3.27
$\beta$ Dra	17 30 33.4	+1.36	+52 17 51	-2.6	-0.171	1.48	-20.0	0.013	2.79
$\alpha$ Oph	17 35 11.4	+2.79	+12 33 23	-2.4	0.822	-22.64	13.0	0.056	2.08
$\xi$ Ser	17 37 54.1	+3.44	-15 24 06	-2.0	-0.289	-5.82	-43.0	0.026	3.54
$\iota$ Her	17 39 37.2	+1.70	+46 00 13	-1.8	-0.047	0.53	-20.0	0.005	3.80
$\beta$ Oph	17 43 44.7	+2.97	+4 33 55	-1.3	-0.267	15.95	-12.0	0.023	2.77
$\mu$ Her	17 46 40.4	+2.35	+27 43 04	-1.9	-2.339	-75.12	-15.6	0.108	3.42
$\gamma$ Oph	17 48 10.1	+3.01	+2 42 20	-1.1	-0.146	-7.39	-7.0	0.032	3.75
$\xi$ Dra	17 53 37.4	+1.04	+56 52 19	-0.5	1.144	7.97	-26.0	0.031	3.75
$\vartheta$ Her	17 56 26.5	+2.06	+37 15 00	-0.3	0.036	0.64	-27.0	0.002	3.86
$\gamma$ Dra	17 56 44.0	+1.40	+51 29 19	-0.3	-0.081	-1.94	-28.0	0.017	2.23
$\xi$ Her	17 57 58.7	+2.33	+29 14 51	-0.2	0.642	-1.69	-2.0	0.018	3.70
$\nu$ Oph	17 59 19.8	+3.30	-9 46 26	-0.2	-0.044	-11.58	13.0	0.015	3.34
72 Oph	18 07 36.6	+2.85	+9 33 54	+0.7	-0.407	7.99	-24.0	0.037	3.73
$\sigma$ Her	18 07 45.4	+2.34	+28 45 49	+0.7	0.009	0.95	-30.0	0.005	3.83
$\mu$ Sgr	18 14 05.5	+3.59	-21 03 25	+1.2	0.012	0.13	-6.0	0.012	3.86
$\chi$ Dra	18 20 57.4	-1.09	+72 44 06	+1.5	11.941	-34.95	32.5	0.120	3.57
$\delta$ Sgr	18 21 20.8	+3.84	-29 49 31	+1.8	0.271	-2.80	-20.0	0.039	2.70



csillag	$RA$ h m s	$\Delta RA$ s/év	$D$ " ' "	$\Delta D$ "/év	$\mu_{RA}$ s	$\mu_D$ "	$v_{rad}$ km/s	$\pi$ "	$m$
$\eta$ Ser	18 21 35.7	+3.11	-2 53 49	+1.2	-3.651	-70.03	9.0	0.054	3.26
109 Her	18 23 56.0	+2.56	+21 46 21	+1.8	1.407	-24.22	-58.0	0.016	3.84
$\lambda$ Sgr	18 28 18.6	+3.70	-25 25 06	+2.3	-0.324	-18.52	-43.0	0.046	2.81
$\alpha$ Sct	18 35 30.4	+3.27	-8 14 23	+2.8	-0.102	-31.21	36.0	0.013	3.85
$\alpha$ Lyr	18 37 07.5	+2.03	+38 47 20	+3.5	1.726	28.61	-14.0	0.123	0.03
$\varphi$ Sgr	18 46 00.0	+3.75	-26 59 05	+4.0	0.398	0.04	22.0	0.000	3.17
$\beta$ Lyr	18 50 17.0	+2.22	+33 22 10	+4.4	0.026	-0.30	-19.0	0.000	3.45
$\sigma$ Sgr	18 55 36.4	+3.72	-26 17 22	+4.8	0.099	-5.42	-11.0	0.000	2.02
$\xi^2$ Sgr	18 58 03.5	+3.58	-21 05 56	+5.0	0.235	-1.16	-20.0	0.011	3.51
$\gamma$ Lyr	18 59 09.0	+2.25	+32 41 51	+5.1	-0.016	0.23	-21.0	0.011	3.24
$\zeta$ Aql	19 05 39.8	+2.76	+13 52 19	+5.6	-0.035	-9.60	-25.0	0.036	2.99
$\lambda$ Aql	19 06 32.4	+3.18	-4 52 26	+5.6	-0.115	-8.99	-12.0	0.025	3.44
$\tau$ Sgr	19 07 17.0	+3.74	-27 39 43	+5.5	-0.401	-25.05	45.0	0.038	3.32
$\pi$ Sgr	19 10 05.4	+3.56	-21 00 52	+6.0	-0.001	-3.54	-10.0	0.016	2.89
$\delta$ Dra	19 12 33.3	-0.00	+67 40 16	+6.3	1.649	9.26	25.0	0.028	3.07
$\kappa$ Cyg	19 17 13.8	+1.38	+53 22 44	+6.8	0.659	12.48	-29.0	0.023	3.77
$\delta$ Aql	19 25 46.5	+3.02	+3 07 34	+7.4	1.715	8.22	-30.0	0.062	3.36
$\iota^2$ Cyg	19 29 50.7	+1.51	+51 44 30	+7.8	0.219	12.98	-20.0	0.005	3.79
$\beta^1$ Cyg	19 30 56.6	+2.42	+27 58 17	+7.7	0.015	-0.17	-24.0	0.017	3.24
$\gamma$ Aql	19 46 31.3	+2.85	+10 37 37	+9.0	0.119	-0.18	-2.0	0.016	2.72
$\delta$ Sgc	19 47 38.0	+2.68	+18 32 53	+9.1	0.048	0.83	3.0	0.001	3.82
$\alpha$ Aql	19 51 03.1	+2.93	+8 52 59	+9.7	3.629	38.63	-26.3	0.198	0.77
$\eta$ Aql	19 52 45.2	+3.05	+1 01 12	+9.5	0.072	-0.71	-15.0	0.010	3.90
$\beta$ Aql	19 55 35.0	+2.95	+6 25 15	+9.2	0.324	-48.19	-39.8	0.070	3.71
$\eta$ Cyg	19 56 30.8	+2.25	+35 05 54	+9.7	-0.257	-2.74	-27.0	0.015	3.89
$\gamma$ Sge	19 59 00.1	+2.67	+19 30 27	+10.0	0.465	2.37	-33.0	0.011	3.47
$\nu$ Aql	20 11 35.3	+3.09	-0 48 17	+10.9	0.256	0.44	-27.0	0.012	3.23
31 Cyg	20 13 48.3	+1.89	+46 45 30	+11.1	0.043	0.26	-8.0	0.007	3.79
$\alpha^2$ Cap	20 18 21.5	+3.32	-12 31 39	+11.4	0.436	0.38	0.0	0.033	3.56
$\beta$ Cap	20 21 19.2	+3.37	-14 45 49	+11.6	0.291	0.16	-19.0	0.010	3.08
$\gamma$ Cyg	20 22 25.6	+2.15	+40 16 28	+11.7	0.035	0.03	-8.0	0.003	2.20
$\alpha$ Del	20 39 53.6	+2.79	+15 55 54	+12.9	0.455	-0.23	-3.0	0.008	3.77
$\alpha$ Cyg	20 41 37.2	+2.05	+45 18 01	+13.0	0.027	0.23	-5.0	0.000	1.25
$\eta$ Cep	20 45 24.0	+1.21	+61 51 37	+14.1	1.229	81.85	-87.3	0.071	3.43
$\varepsilon$ Cyg	20 46 26.0	+2.43	+33 59 28	+13.6	2.861	32.79	-11.0	0.044	2.46
$\varepsilon$ Aqr	20 47 58.4	+3.24	-9 28 31	+13.4	0.235	-3.43	-16.0	0.015	3.77
$\nu$ Cyg	20 57 22.7	+2.24	+41 11 19	+14.0	0.109	-1.56	-28.0	0.010	3.94
$\xi$ Cyg	21 05 07.9	+2.19	+43 57 00	+14.5	0.078	0.11	-20.0	0.007	3.72
$\zeta$ Cyg	21 13 10.2	+2.56	+30 14 59	+14.9	0.005	-5.57	17.0	0.021	3.20
$\alpha$ Equ	21 16 05.9	+3.00	+5 16 15	+15.0	0.394	-8.76	-16.0	0.013	3.92
$\alpha$ Cep	21 18 42.6	+1.43	+62 36 32	+15.3	2.181	4.94	-10.0	0.063	2.44
$\zeta$ Cap	21 26 58.8	+3.42	-22 23 14	+15.8	0.007	2.33	3.0	0.000	3.74
$\beta$ Cep	21 28 43.7	+0.75	+70 35 06	+15.8	0.207	0.70	-8.0	0.014	3.23
$\beta$ Aqr	21 31 50.9	+3.15	-5 32 48	+16.0	0.141	-0.82	7.0	0.006	2.91
$\gamma$ Cap	21 40 23.7	+3.32	-16 38 14	+16.4	1.322	-2.35	-31.0	0.025	3.68



csillag	$RA$ h m s	$\Delta RA$ s/év	$D$ ° ' "	$\Delta D$ "/év	$\mu_{RA}$ s	$\mu_D$ "	$v_{rad}$ km/s	$\pi$ "	$m$
$\epsilon$ Peg	21 44 27.4	+2.95	+9 54 01	+16.6	0.207	-0.06	5.0	0.006	2.39
$\delta$ Cap	21 47 20.6	+3.30	-16 06 08	+16.5	1.827	-29.66	-6.0	0.065	2.87
$\alpha$ Aqr	22 06 04.0	+3.08	-0 17 35	+17.6	0.131	-0.96	8.0	0.012	2.96
$\iota$ Peg	22 07 16.1	+2.80	+25 22 20	+17.7	2.200	2.46	-4.0	0.074	3.76
$\vartheta$ Peg	22 10 28.6	+3.03	+6 13 30	+17.8	1.852	2.71	-6.0	0.042	3.53
$\zeta$ Cep	22 11 02.8	+2.09	+58 13 43	+17.8	0.190	0.44	-18.0	0.019	3.35
$\gamma$ Aqr	22 21 56.4	+3.10	-1 21 34	+18.2	0.877	0.70	-15.0	0.040	3.84
$\delta$ Cep	22 29 22.6	+2.24	+58 26 36	+18.5	0.191	0.14	-15.0	0.011	3.75
$\alpha$ Lac	22 31 31.2	+2.48	+50 18 39	+18.6	1.435	1.87	-4.0	0.036	3.77
$\zeta$ Peg	22 41 44.2	+2.99	+10 51 37	+18.9	0.546	-1.25	7.0	0.023	3.40
$\eta$ Peg	22 43 15.7	+2.82	+30 15 00	+18.9	0.113	-2.54	4.0	0.017	2.94
$\lambda$ Peg	22 46 47.8	+2.90	+23 35 41	+19.0	0.422	-0.99	-4.0	0.037	3.95
$\iota$ Cep	22 49 52.6	+2.15	+66 13 46	+19.0	-1.077	-12.50	-12.0	0.036	3.52
$\mu$ Peg	22 50 16.2	+2.90	+24 37 51	+19.1	1.076	-4.21	14.0	0.032	3.48
$\lambda$ Aqr	22 52 54.1	+3.13	-7 33 01	+19.2	0.077	3.70	-9.0	0.012	3.74
$\delta$ Aqr	22 54 56.5	+3.18	-15 47 29	+19.2	-0.277	-2.54	18.0	0.039	3.27
$\alpha$ PsA	22 57 57.2	+3.30	-29 35 35	+19.1	2.551	-16.47	7.0	0.144	1.16
$\sigma$ And	23 02 10.5	+2.77	+42 21 20	+19.4	0.204	-0.63	-14.0	0.015	3.62
$\beta$ Peg	23 04 02.5	+2.92	+28 06 46	+19.6	1.431	13.74	9.0	0.015	2.42
$\alpha$ Peg	23 05 02.1	+2.99	+15 14 06	+19.4	0.436	-4.25	-4.0	0.030	2.49
88 Peg	23 09 44.4	+3.19	-21 08 33	+19.6	0.396	3.12	21.0	0.010	3.66
$\gamma$ Psc	23 17 27.1	+3.11	+3 18 45	+19.7	5.090	1.70	-14.0	0.025	3.69
$\lambda$ And	23 37 50.1	+2.95	+46 29 17	+19.5	1.567	-42.11	7.0	0.043	3.82
$\gamma$ Cep	23 39 34.6	+2.51	+77 39 47	+20.1	-2.099	15.09	-42.0	0.064	3.21

Epocha: J2005.5 = 2005. július 2.375 = JD 2 453 553.875



## A kollaboratív tanítási módszer

A kollaboratív tanítás

# Cikkek, beszámolók

A kollaboratív tanítás egy olyan tanítási módszer, amelyben a tanulók együttműködnek, és egymást segítik a tanulásban. A tanár a tanítási folyamatban aktív szerepet játszik, és a tanulók számára lehetőséget kínál arra, hogy saját maguk is részt vegyenek a tanításban. A kollaboratív tanítás előnye, hogy a tanulók jobban megértik a tananyagot, és jobban tudják alkalmazni a tudásukat. A tanár feladata, hogy a tanulók közötti együttműködést elősegítse, és a tanítási folyamatban aktív szerepet játszon. A kollaboratív tanítás egy olyan tanítási módszer, amelyben a tanulók együttműködnek, és egymást segítik a tanulásban. A tanár a tanítási folyamatban aktív szerepet játszik, és a tanulók számára lehetőséget kínál arra, hogy saját maguk is részt vegyenek a tanításban. A kollaboratív tanítás előnye, hogy a tanulók jobban megértik a tananyagot, és jobban tudják alkalmazni a tudásukat. A tanár feladata, hogy a tanulók közötti együttműködést elősegítse, és a tanítási folyamatban aktív szerepet játszon.





# A csillagászat legújabb eredményei

## A napkitörések éve

Akár így is nevezhetnénk a 2003. esztendőt, két körülmény egybeesése folytán. Egyfelől a 2002 elején felbocsátott *RHESSI* űrobszervatórium<sup>1</sup> első megfigyeléseinek eredményeit ebben az évben hozták végleges formában nyilvánosságra. Másfelől 2003. október-novemberben a Nap óriási kitöréssorozatot mutatott be, annak ellenére, hogy a napfizikusok már búcsúztak a 23. ciklus maximumától<sup>2</sup>.

### *Minden idők legnagyobb napkitörése*

A „minden idők” persze kicsit fellengzős kifejezés, tekintve, hogy a röntgentartományban végzett napmegfigyelések, melyek a flerekben felszabadult energiáról reális képet adhatnak, alig három évtizedes múltra tekintenek vissza. Valójában tehát csupán az utolsó három napciklus legnagyobb flerjéről lesz szó.

A flerek röntgensugárzási fluxusát a napfizikusok egy egyezményes skálán adják meg, három fő osztályba sorolva azokat. A C, M és X osztályú flerek fluxusa az 1 és 8 Å közötti hullámhossztartományban rendre  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$  és  $10^{-4}$  W/m<sup>2</sup> nagyságrendbe esik. A fluxus pontosabb értékét a betűjel után tett számmal jelzik, így pl. egy M5.3 fler röntgenfluxusa  $5.3 \cdot 10^{-5}$  W/m<sup>2</sup>. A C-nél is gyengébb *mikroflerek* számára utóbb újabb osztályokat (B és A) nyitottak. Az igen ritka, X10-nél is erősebb kitöréseket pedig olykor X+ osztályúnak nevezik. 2003 októberéig a csúcstartó az 1989. augusztus 16-i X20 osztályú fler volt. Rekordját 2001. április másodikán egy másik fler újra „beállította”.

2003 októberében azonban két gigantikus napfoltcsoport tűnt fel a Napon, egymás közelében. A NOAA 10484 és 10486 számú aktív vidékek október végén és november elején összesen nyolc X osztályú flert produkáltak, a 486-os pedig további három X+ osztályút is. A kitörések legerősebbike november 4-én, világidő szerint 19<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>-kor telítésbe vitte a műholdak detektorait, így

1. Csillagászati évkönyv 2004, 152. o.

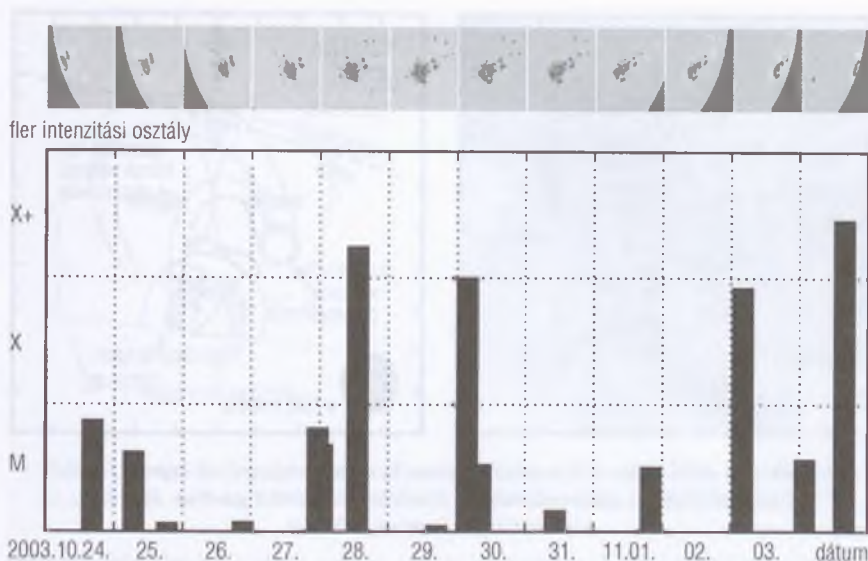
2. Csillagászati évkönyv 2004, 154. o.



1.1. ábra. A két nagy aktív vidék a Napon 2003. október végén (Zana Péter felvétele)

valódi erősségét sokáig nem sikerült pontosan meghatározni. A kezdeti becslések X28 köré tették, de a néhány hónapos elemzés után publikált végleges érték az X45 osztályba sorolta! Eszerint a fler idején a nappali féltekén haladó repülőgépek utasai kb. két mellkasröntgennek megfelelő sugárdózist kaptak.

A kitörést koronakilövellés is kísérte, de mivel a fler a Földről nézve a napkorong peremén következett be, a kidobott anyag bolygónkat nem érintette. A korábbi flerek egyike, egy X17 osztályú kitörés viszont október 29-én és 30-án erős geomágneses vihart okozott (a hatodik legerősebbet a több mint egy évszázadot átfogó feljegyzések szerint). A mágneses vihar Svédországban áramkimaradást okozott, és még 30° körüli szélességeken is észleltek sarki



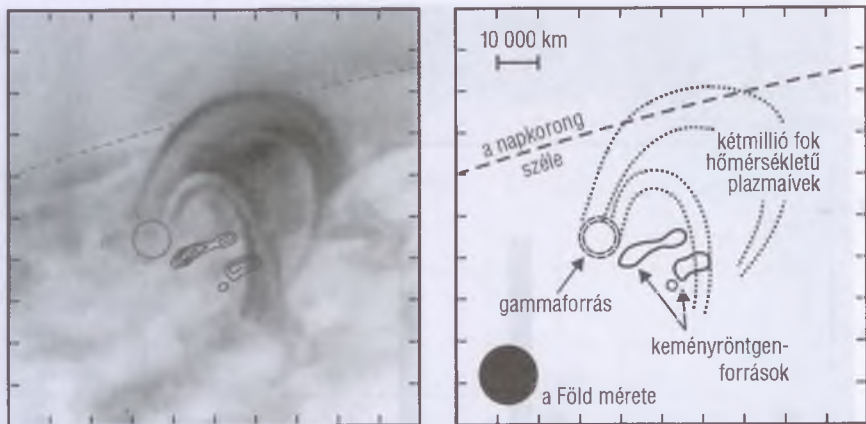
1.2. ábra. A NOAA 10486 aktív vidék áthaladása a napkorongon és eközben produkált kitérései

fényt. A flerekkel kapcsolatos nagy energiájú részecskék pedig összesen 11 űrszondát rongáltak meg kisebb-nagyobb mértékben.

### A 2002. július 23-i fler

Az első igazán nagy napkitörés, amelyet a RHESSI már „teljes harcészültségben” fogadott, a fenti napon következett be. A más obszervatóriumokkal koordinált megfigyelések eredményeit közlő cikkek teljes egészében megtöltik az *Astrophysical Journal Letters* 2003. október elsejei számát. Ez az X4.8 osztályú erupció így – a nevezetes 2000. július 14-i „Bastille-napi” fler mellett – az egyik legalaposabban elemzett napkitöréssé vált.

Ismeretes, hogy a napkitörés három szakaszban zajlik. Az *emelkedő fázis* során, mely a nagy flereknél 5–15 percig tart, a röntgen- és a H $\alpha$ -felvételeken kifényesedik egy jól körülhatárolt körzet. Nagy flerek esetében a lágy röntgensugárzás magasan a koronában ered, egy zárt hurokrendszerből, különösen annak tetejéről; ez a *koronaforrás*. Ezzel szemben a H $\alpha$ -emisszió a hurok két tövéből ered, ez a *talpponti forrás*. A következő, 1–15 perces *impulzív fázisban* hirtelen kitérések észlelhetők a talpponti forrásból a gamma-, keményröntgen-, extrém ultraibolya és mikrohullámú tartományokban. Végül a félóra–óra időtartamú *lecsengő fázis* során mindkét kifényesedés lassan eltűnik. A kisebb flereknél az egyes fázisok arányosan rövidebbek.



1.3. ábra. A 2002. július 23-i napkitörés posztfler hurokrendszerének képe a TRACE űrobszervatórium extrém-ultraibolya felvételén, rávetítve a gamma- illetve a keményröntgenforrások helyzetét

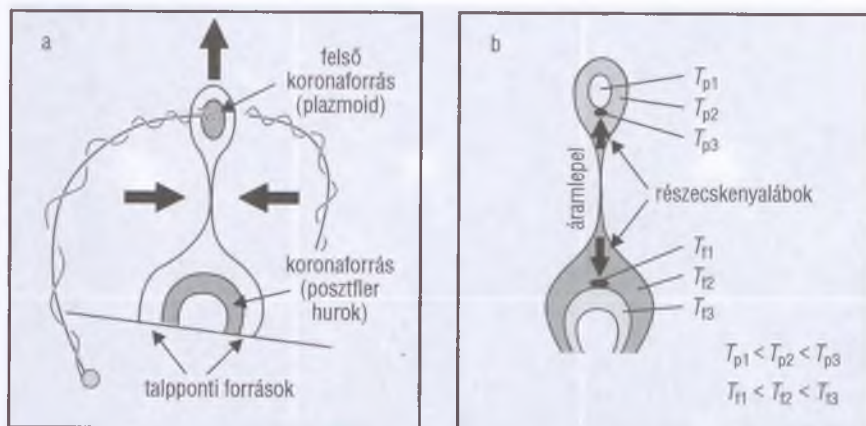
A RHESSI nagy spektrális felbontású méréseiből kiderült, hogy az emelkedő szakaszban a koronaforrás keményröntgenspektruma (a lágyröntgennel szemben) nem termikus, hanem nagy sebességű elektronok fékezési sugárzása. A lefékeződő elektronok energiája a közeg fűtésére fordítódik, s a forró plazma sugárzását észleljük a lágyröntgentartományban. Már régóta gyanítják, hogy ez a magyarázata a *Neupert-effektusnak*, amely szerint a keményröntgen-emissziót adott  $t$  időpontig összesítve (integrálva) éppen a lágyröntgensugárzás időbeli lefutását kapjuk. Ezt támasztják alá a fenti megfigyelések is.

A koronaforrásban ezután a termikus emisszió válik uralkodóvá a keményröntgen-tartományban is<sup>3</sup>. A mérések alapján a forrás plazmájának hőmérséklete az impulzív fázisban eléri a 40 millió fokot. E kitörésnél is megfigyelhető volt az a jól ismert jelenség, hogy a koronaforrás egyre emelkedik, miközben a talpponti források távolodnak egymástól. Ennek oka, hogy a hurokrendszere egyre újabb és újabb, friss, forró hurkok rakódnak, míg az alattuk fekvő öregebb posztfler hurkok lassan hűlnek.

Az impulzív fázisban feltűnő talpponti források közül az ionok fékezési sugárzása okozza a MeV fölötti energiájú gammasugárzást, míg a lágygamma és a keményröntgen-sugárzás az elektronoktól ered. A kétféle forrás helyzete

3. Ez bizonyosan nem minden flerre igaz: a már tíz éve ismert *Masuda-féle források* egyes kitörések impulzív fázisában megfigyelhető nemtermikus keményröntgenforrások kicsivel a koronaforrás fölött.





1.4. ábra. Napkitörés impulzív fázisának vázlata. Balra a fényességeloszlás és a mágneses tér szerkezete, jobbra a hőmérséklet-eloszlás látható (YOKOYAMA és SHIBATA 1997)

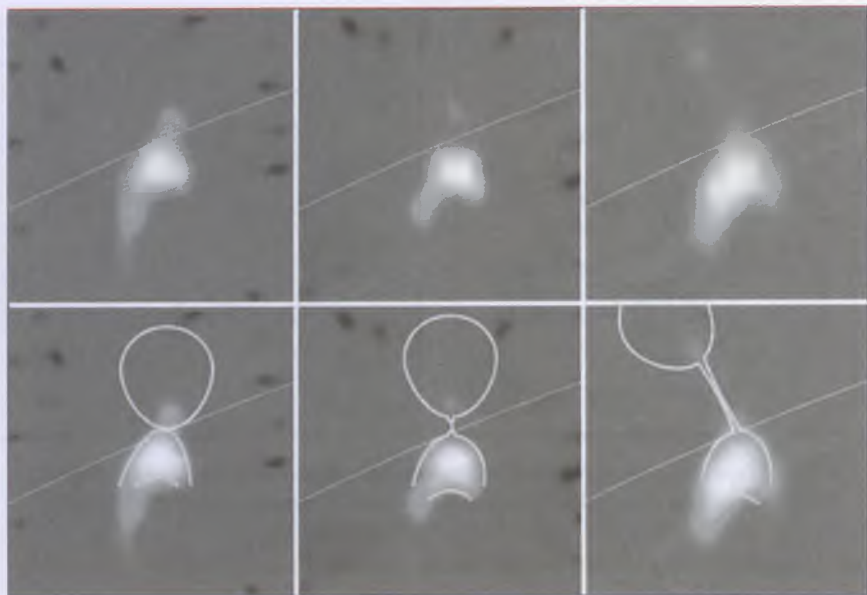
némileg eltérőnek adódott, ami az ionok és elektronok különböző gyorsulására utal.

Először sikerült felbontani a gammatartományban színekp vonalakat is. A talpponti források vonalai határozott vöröseltolódást mutatnak, egyértelmű jeleként annak, hogy a sugárzásért felelős gyors részecskenyalábok felülről, a napkorona magasabban fekvő rétegeiből érkeznek oda.

### Bizonyíték az áramlepel kialakulására

Bármilyen alapos is volt a 2002. július 23-i fler vizsgálata, a legfontosabb eredményt mégis egy korábbi, kisebb napkitörés RHESSI megfigyelései szolgáltatták. A 2002. április 15-i flerben ugyanis először sikerült detektálni a napkitörések mágneses átkötődési (rekonnexiós) modellje alapján várt *felső koronaforrást*; sőt a várakozással egyezően az is kiderült, hogy e forrás az ismert alsó koronaforrástól (posztfler hurkok) távolodva, annál gyorsabban mozog felfelé. Ilyen *plazmoidokat* ugyan lágyröntgentartományban már korábban is találtak, de a RHESSI megfigyeléseiből most az is kiderült, hogy a forrásban a hőmérséklet-eloszlás – az alsó forrásban uralkodó helyzet tükörképeként – felfelé csökkenő.

Ez egyértelműen jelzi, hogy az energiefelszabadulás színhelye a két forrás között félúton található, s az e pontból átellenes irányban kiinduló két nagy-energiájú részecskenyaláb okozza a megfigyelt flerjelenséget. Ezek a mérések a napkitörések mágneses átkötődési elméletének sikerét jelentik.



1.5. ábra. Keményröntgenben felvett képek a 2002. április 15-i flerről, a négyperces impulzív szakasz folyamán. Az átlós ív a napkorong pereme, a fehér vonalak a feltételezett mágneses erővonalak. Az emelkedő kicsiny felső koronaforrást most figyelték meg először részleteiben. A két forrást a modell szerint vékony elektromos áramlepel köti össze

## Van-e víz a Holdon?

A Hold nagyon száraz égitest, de miután a Merkúr pólusainál a radarmérések vízjeget találtak, felmerült a lehetősége annak, hogy a Hold pólusain is megmaradhat a vízjég az állandóan árnyékban lévő kráterek belsejében. A 90-es években a *Clementine* és a *Lunar Prospector* űrszondák ezt a várakozást próbálták igazolni vagy cáfolni. A mérések azonban akkor nem adtak egyértelmű választ.

Most CAMPBELL és munkatársai az arecibói rádiótávcső segítségével 70 cm-es hullámhosszon kaptak radarvisszhangot a Holdról. Az ilyen nagy hullámhosszúságú sugárzás néhány méter mélységig hatol a talajba — ellentétben az eddig használt 3.5 és 12.6 cm-es hullámhosszakkal, amelyek csak a felső néhány cm-t tudták vizsgálni. A 70 cm-en végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy sem az északi, sem a déli póluson nincs nyoma semmiféle jéggréteg-

nek. Ha van is ott víz, az nagyon kevés, és a mikrometeorit-bombázás már mélyen belekeverte a regolitba.

*Illés Erzsébet*

*Sky and Telescope*, 2004. február

## A Hold röntgenhullámhosszon

A Föld körüli pályán keringő *Chandra* röntgenobszervatórium a Holdat is vizsgálta. A röntgensugárzást a Hold akkor bocsátja ki, amikor a Nap röntgensugarai a Hold felszínét besugározzák (fluoreszcens sugárzás). A megvilágított oldal röntgenspektruma lehetőséget ad az oxigén, a magnézium, az alumínium és a szilícium eloszlásának feltérképezésére, amellyel a Hold keletkezését óriás-becsapódással magyarázó elméletet lehet majd ellenőrizni.

A *Chandra* megfigyeléséből arra is következtetni lehetett, hogy a korábbi röntgenholdak megfigyelései – amelyek szerint a Hold sötét oldaláról is indul ki röntgensugárzás – nem valósak. Ez a röntgensugárzás ugyanis nem a Holdról jön, hanem a földi légkör hidrogén alkotta legkülső rétegéből, a hidrogénkoronából. Ott a napszél töltött részecskéi – vagyis az összes elektronjától megfosztott szén-, oxigén- vagy neonionok – töltéscsere során elveszik a hidrogénatomok elektronját. A napszélben érkezett ionok a rekombináció során sugározzák ki a röntgenfotont.

*Illés Erzsébet*

[www1.msfc.nasa.gov](http://www1.msfc.nasa.gov)

## Hószerű anyag a Vénusz magaslatain

A Vénusz sűrű, átlátszatlan felhőzete miatt optikai hullámhosszon nem lehet a felszínét vizsgálni. A radarmérések már a 60-as években azt az érdekes eredményt adták, hogy a bolygó felszínének bizonyos területein a radarvisszaverő-képesség jelentősen nagyobb, mint a környezetükben. Erre a jelenségre hosszú időn keresztül nem sikerült magyarázatot adni. A 80-as években készített magassági térképek azt mutatták, hogy a nagyobb visszaverőképességű helyek a Vénusznak azok a magaslati területei, amelyek legalább 3 km-rel a bolygó átlagszintje fölött vannak (14. kép a színes mellékletben). A Földön egy bizonyos magasság, a hóhatár felett a hó formájában képződő csapadék tartósan megmarad. Az 500°C felszíni hőmérsékletű Vénuszon viszont hóról szó sem lehet, ezért PETTENGILL felvetette, hogy ott valamilyen alacsony olvadáspontú félvezető vagy fém, például tellúr lehet az az anyag,

ami az alacsonyabban fekvő helyeken a pokoli forróságban elgőzölög, és a magasabban fekvő, hidegebb helyeken kicsapódik a légkörből.

FEGLEY és munkatársa mintegy húszféle anyag viselkedését vizsgálta meg vénuszi körülmények között. Arra az eredményre jutottak, hogy a kén-dioxid (amely a Vénusz légkörében a harmadik leggyakoribb gáz) a tellúrral kölcsönhat ugyan, de a keletkezett gáz 3 km körüli magasságon még nem csapódik ki. Viszont az ólom- és a bizmutsók dielektromos állandója megegyezik a *Magellan* űrszonda által mért, 100 körüli értékkel. A legvalószínűbb jelölt tehát a vénuszi „hó” szerepére az ólomszulfid (PbS), vagyis a Földön is jól ismert galenit.

*Illés Erzsébet*

news-info.wustl.edu/news

## Sarki fény hazánk felett

2003 október-novemberében nagyon nagy aktív területek jelentek meg a Napon<sup>4</sup>. Élettartamuk olyan hosszú volt, hogy a Nap egy körbefordulása után újra a felénk néző oldalra kerültek. Eközben több óriási koronakitörés is zajlott a Nap felszínén, amelyek egyike a közép-európai országok számára igen szerencsés időben történt. Az általa kidobott plazmafelhő éppen akkor érte el a Földet, amikor hazánk a Földdel az esti, majd az éjszakai oldalra fordult. A nagyenergiájú töltött részecskék áramlása által keltett sarki fényt nem nyomta el a nappali világosság, és a 2003. november 20/21-i, gyönyörű, derült éjszakán igen sokan látták azt (19–21. kép a színes mellékletben).

A Föld legalább délután 17 órától hajnali 1 óráig a Nap által kidobott plazmafelhő belsejében tartózkodott (lehet, hogy már 17 óra előtt is, de akkor még nem lehetett észrevenni a nappali világosságban). A Föld mágneses erővonalai összekapcsolódtak a bolygóközi tér mágneses erővonalával, és az így összeolvadt erővonalak mentén nagy sebességgel beáramló töltött részecskék mintegy 15 000 km átmérőjű foltnak gerjesztették fénylésre a Föld légkörét. Ennek az óriási fénylő foltnak a széle annyira közel helyezkedett el hozzánk, hogy a Föld görbülete ellenére még a 200 km alatt elhelyezkedő nitrogénréteg zöld színű fénye is látható volt. Ez nagyon ritkán fordul elő, mert a hazánkból megfigyelhető sarki fények esetében általában csak a 200 km felett elhelyezkedő oxigénréteg vörös fénylését látjuk.

*Illés Erzsébet*

PAPARÓ MARGIT és KESZTHELYI SÁNDOR leírása;  
*Élet és Tudomány*, 2004. január 16. és 23.

4. Bővebb információk a *A napkitörések éve* című hírben.



## Mars Odyssey eredmények

A *Mars Odyssey* szonda műszerei mérik azokat a neutronokat és gammafotonokat, amelyeket a kozmikus sugárzás részecskéi a felszín felső 1 m-es rétegében lévő a hidrogénatomokkal ütközve hoznak létre. A kutatók úgy gondolják, hogy az így kimutatott hidrogénatomok a talajban lévő víz jelenlétét jelzik. A méréssel tehát megbecsülhető a marsi talaj víztartalma (11. kép a színes mellékletben). Az 55°-ot meghaladó marsi szélességeken elég sok a víz, a talaj tömegének akár a felét is kiteszi. Az egyenlítő felé haladva a víz mennyisége 2–10%-ra csökken. Az egyenlítő vidékén is vannak azonban olyan helyek, ahol nagyobb a talaj víztartalma. Kis marsi szélességen két nagy kiterjedésű nedvesebb terület található: az egyik a *Tharsis kidudorodás* nyugati lejtőjén, a másik az *Arabia Terra* környékén. Miután ezek a területek a Mars gömbjének átellenes pontjain helyezkednek el, az is felvetődött, hogy korábbi poláris sapkák maradványai lehetnek. A Mars tengelyének hajlásszöge ugyanis a többi bolygó gravitációs zavaró hatása következtében mintegy 100 000 éves időskálán, nagy amplitúdóval változik.

Miután az *Elisium Mons* és a *Valles Marineris* vidékén is van ilyen, de kisebb kiterjedésű nedves terület, a bolygó belsejéből eredő fűtés szerepe sem kizárt. E magyarázat szerint a nedves foltokat a bolygó mélyéből a felszín közelébe feltörő vízgőz kicsapódása okozhatja.

*Illés Erzsébet*

*Astronomy*, 2003. augusztus, november.

## Vasoxidképződés víz nélkül

A Mars felszínének vörösesbarna színét a csillagászok már régóta a vörös vasoxidnak ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) tulajdonítják. A Földön a vas természetes oxidációja víz jelenlétében következik be. Miután a Marson is megtalálták ősi vízfolyások nyomait, úgy vélték, hogy a vasoxid ott is a talajban lévő vas és a víz kölcsönhatása során alakult ki. Ha tartósan volt víz a Mars felszínén, akkor viszont nagy mennyiségben kellett volna keletkezniük karbonátoknak és agyagásványoknak, ezeket azonban nem lehetett kimutatni az elvárt mennyiségben.

Az ellentmondás feloldására A. YEN egy száraz vasoxid-keletkezési módot javasolt. Milliárd éves időskálán a Marsra hullott vasmeteoritok anyagából átlagosan 5 cm vastag vasban gazdag meteoritpor boríthatja. A bolygónak nincs ózonrétege, ezért a Nap ultraibolya sugárzása akadálytalanul lejut a felszínig. Néhány milliárd éve a fiatal Nap ultraibolya sugárzása még sokkal erősebb

is lehetett, mint jelenleg. A kemény UV-sugárzás ionizálhatta a talajban lévő vasatomokat, elősegítve ezzel a száraz körülmények közötti oxidációt.

Ha Yennek igaza van, akkor a marsjáróknak nikkelt is kell találniuk a bolygó talajában, mert a vasmeteoritokban 0.1% nikkelt is van. A *Viking űrszonda* leszállóegységének laboratóriuma és a *Pathfinder* műszerei még nem voltak elég érzékenyek ahhoz, hogy ilyen kis mennyiségű nikkelt kimutassanak.

Illés Erzsébet

*Sky and Telescope*, 2004. január;

*Astronomical Journal*, 2003. szeptember;

*Icarus*, 2003. szeptember.

## A Cassini űrszonda a Szaturnusznál

A *Cassini űrszonda* 2004. június 11-én 2068 km-re repült el a *Phoebe* mellett. A kis holdról készített legjobb felvételei kb. 30 m felbontásúak (5. kép a színes mellékletben). Július 1-jén a Szaturnustól 160 000 km távolságban 96 percre bekapcsolták a hajtóművét, és a szonda bolygó körüli pályára állt. Miközben az F és a G gyűrű között átszelte a gyűrű síkját, százával ütközött össze mikron méretű porrészecskékkal. Július 2-án 339 000 km távolságban elhaladt a *Titan* mellett, a *Iapetust* pedig 2.6 millió km távolságból vizsgálhatta. Az első eredményeket a COSPAR-kongresszus július 24-i Cassini-szekciójának előadásai alapján foglaljuk össze (Cassini-felvételek a színes mellékletben).

A 214.6 km átmérőjű, gömb alakú *Phoebe* nem a Szaturnusz körül alakulhatott ki, hanem nagy valószínűséggel a *Kuiper-övből* befogott objektum. Ezt megerősíti az a tény is, hogy a *Phoebe* azon kevés holdak egyike a Naprendszerben, amely nem kötött tengelyforgást végez, ugyanis a befogás óta a nagy bolygótávolság miatt fellépő kis árapályhatás miatt még nem volt idő a szinkron rotáció beállítására ( $P = 9^d$ ,  $T = 550^d$ ). Anyaga meglehetősen szilárd lehet, mert nagy becsapódások sebhelyeit viseli magán. Ezeknek a krátereknek az oldalán a csúszásnyomoknak látszó mintázatok látni engedik a sötét kéreg alatt a világos, jeges anyagot. Krátermorfológia, felszíni alakzatok tekintetében nem nagyon különbözik azoktól a kisbolygóktól, amelyekről már készültek részletes képek (*Gaspra*, *Ida*, *Eros*), még gerincek is láthatók rajta. Sűrűsége  $1.59 \text{ g/cm}^3$ , tehát nem tisztán vízjégből áll. Üstökösaktivitást nem észleltek rajta, de kb. 10 nm-es részecskékből álló felhő veszi körül.

A gyűrű fantasztikus látványt nyújt! A szonda műszerei 75 percen keresztül mérték, és eközben 61 fekete-fehér képet is készítettek róla a kis látószögű kamerával. A közelképek eddig nem is sejtett mintázatokat mutatnak. Bizonyos helyeken az A gyűrűben a gyűrűcskék inkább egymáshoz illeszkedő

kötél-kötegeknek látszanak, a kötegeken belül a gyűrűcskék vastagsága monoton csökken, ahogy az egyikről a másikra térünk át. Ezt a jelenséget inkább a részecskék sűrűséghullámával magyarázzák, mint a holdakkal való közvetlen rezonanciával. Persze a sűrűséghullámok elindításában szerepük lehet a holdaknak. Az *Encke-rés* széle is hullámos, mert a gyűrűske-kötegeket alkotó sűrűségi hullámok elérik a rés ritkulási zónáját.

A másik érdekes jelenség az, hogy az eddig éles szélűnek vélt F gyűrű körül belső szerkezetet mutató porfelhőket lehet látni. Az F gyűrű két oldalán lévő résben a sötét égi háttér előtt jól látható ez a finom porfátyol és annak „redői”. Ennek a fátyolnak a vastagabb, fényesebb részleteit a Voyager-felvételeken anyagcsomóknak, az F gyűrű „megtekeredéseinek” fogtuk fel annak idején. A gyűrű háttere előtt ilyen finom porfelhőket nyilván nem lehet látni, de ott is létezhetnek, és sűrűbb részeik hozhatják létre a B gyűrűn azt az árnyékmintát, amit a Voyager-felvételeken „küllőknek” láttunk.

A gyűrűk anyaga vízjég, mint ezt földi radarmegfigyelésekkel már régen megállapították. Az A és a B gyűrű mintegy 10 fokkal melegebb, mint a *Cassini-rés*. Az A és a B gyűrű nagyon fényes, de az F gyűrű és a *Cassini-rés* anyaga sokkal piszkosabbnak tűnik, és az itt lévő anyag a Phoebe porához hasonló tulajdonságú. Ez azt sugallja, hogy ezek a sötétebb gyűrűcskék holdak széthullásából keletkeztek. A gyűrűk körül meglepően sűrű ionoszféra van, 100 ion/cm<sup>3</sup> sűrűséggel.

A bolygó *felhőzetének* mintázatát szintén fantasztikus részletességgel mutatják a képek. A mérések szerint a sarkok felé melegebb a légkör legkülső része, és zivatartevékenységet is regisztráltak. A bolygó magnetoszféráját éppen a szonda átrepülése idején érthette el egy lökésfront, mert a szonda kifelé haladtában sokkal összenyomottabbnak látta a magnetoszférát, mint a belerepüléskor. A magnetoszféra sugárzási övezetei csak azokra a zárt erővonalakra korlátozódnak, amelyek nem hatolnak át a gyűrűkön. Így a gyűrűkön átmenő erővonalak mentén nem detektáltak mozgó töltött részecskéket, de ilyeneket találtak a gyűrűkön kívül, sőt a D gyűrűn belül is. Erről a D gyűrűn belüli sugárzási övezetről eddig fogalmunk sem volt.

Sarki fényt mindkét pólusnál észleltek, de az auróratevékenység sokkal kisebb szélességi tartományra korlátozódik, mint a Jupiter és a Föld esetében, ami szintén a gyűrűkkel lehet kapcsolatban. Whistlereket is észleltek, de holdak „lábnyomát” nem. (Mint ismeretes az *Io*, sőt sokkal gyengébben az *Europa* és a *Ganymedes* „lábnyomát” is látni lehet a Jupiter sarkifényövezetén kívül egy-egy fényes aurórafolt formájában. Ezek a foltok együtt mozognak az őket létrehozó holddal. A holdból — az *Io* esetében annak vulkánjaiból — elszabaduló atomokat vagy molekulákat a Nap ultraibolya sugárzása, vagy a magnetoszférában mozgó, nagy energiájú részecskékkel való ütközések ioni-



zálják. Az ionok ezután követik a Jupiter mágneses erővonalait, és ott gerjesztik fénylésre a Jupiter légkörének molekuláit, ahol az egyes holdakon átmenő zárt mágneses erővonalak talppontja van.)

A *Titan* légköre a legtöbb hullámhosszon átlátszatlan. Infravörös érzékelőkkel készített felvételeken azonban egy óriási, kör alakú képződmény látszik, valamint egy ugyancsak óriási lineáris és görbült alakzat diffúz képét lehet ki-venni. Talán a felszín geológiai aktív? A légkörben megtalálták a metánt, de a vízgőzt még nem. A Titan körül van egy semleges felhő, de ez nem alkot töruszt a Szaturnusz körül. Bizonyos hullámhosszakon sötét területek jelennek meg, amelyek tisztább vízjégre utalhatnak, illetve világosabb területek, amelyek nem-jég (szénhidrogének?) színképi jellegzetességeit mutatják. A déli pólus közelében egy kör alakú légköri képződményben metánfelhő-pamacsokat láttak, jelenlétük, alakjuk dinamikus, aktív légkört sejtet.

A Cassini szonda a tervek szerint 77 féle pályán kering a Szaturnusz körül, ebből 45 vezet el a Titan közelében. A Titan ugyanis az egyetlen hold a Szaturnusz rendszerében, amelynek elég nagy a tömege ahhoz, hogy pályamódosításra fel lehessen használni. A 77 féle pályából 7 pálya elég közel vezet el egy-egy kisebb jeges hold mellett. A *Huygens*-szondát 2005 januárjában tervezik ledobni a Titanra.

*Almár Iván – Illés Erzsébet*

A 2004-es COSPAR-kongresszus előadásai.

## Földi felvétel az Uránusz-gyűrűről

Az *Uránusz* gyűrűjét 1977-ben, egy csillagfedés megfigyelése során fedezték fel, és a látható fényben először a Voyager 2 űrszonda fényképezte le 1986-ban. Ezeken a képeken a gyűrű nagyon halvány. Az *ESO Paranal Obszervatórium* (Chile) 8.2 m-es *Antu* távcsövével 2003-ban infravörös tartományban készítettek képeket a gyűrűről. Az infravörös kép az Uránuszt a Szaturnuszhoz nagyon hasonlóan mutatja. Sokkal jobban látszik rajta a gyűrűrendszer, mint a látható fényben készült felvételeken. Ennek az a magyarázata, hogy az Uránusz-gyűrű sok szénhidrogént tartalmazó, jeges anyaga a Nap infravörös sugárzását hatásosan veri vissza, így fényesnek mutatkozik, az Uránusz metántartalmú légköre viszont inkább elnyeli az infravörös fotonokat, tehát a bolygó sötétnek látszik ebben a hullámhossztartományban. Hasonló felvételt más műszerekkel már korábban is készítettek, de a 2003-as képeknek sokkal jobb a felbontása.

*Illés Erzsébet*

*Astronomy*, 2003. április.



## Tavaszi a Neptunusz

A *Hubble*-űrtávcső 1996 és 2002 között készített felvételeinek tanúsága szerint ebben az időszakban a *Neptunusz* déli félgömbjén észrevehetően megkezdődött a tavasz. Ezt a déli félgömbön megjelent több felhő jelzi, amelyek — akárcsak a Jupiteren — az egyenlítővel párhuzamos sávokban helyezkednek el.

A Neptunusz forgástengelye  $29^\circ$ -ot zár be a pályasíkra állított merőlegessel, tehát hasonló évszakváltozások vannak ott is, mint a Földön. A 164.8 éves keringési periódus miatt azonban a Neptunusz 40 földi évig tart egy-egy évszak. A déli félgömb előző tavasza idején, 1846-ban fedezték fel a bolygót!

*Illés Erzsébet*

*Astronomy*, 2003. szeptember.

## A Neptunusz trójai kisbolygója

A több mint 1600 trójai kisbolygó a Jupiter pályáján kering,  $60^\circ$ -kal a bolygó előtt és mögött. Végre sikerült felfedezni egy másik óriásbolygó, a Neptunusz pályáján is trójai kisbolygót. A *Lowell Observatory Deep Ecliptic Survey* keretében 2001. augusztus 21-én megtalált 2001 QR322 jelű,  $R = 22^m.5$  fényességű égitestről két évnyi megfigyelés után derült ki, hogy pályájának fél nagytengelye, így keringési ideje is pontosan megegyezik a Neptunusz hasonló adataival. A kb. 200 km átmérőjű égitest közel körpályán mozog, naptávolsága 29.4 AU és 30.9 AU között változik, pályahajlása csak  $1.33^\circ$ . B. MARSDEN számításai szerint a következő 14 000 évben nem kerül 20 AU-nál közelebb a Neptunushoz. E. CHIANG modellszámításai azt mutatják, hogy a kisbolygó pályája milliárd éves időskálán is stabil maradhat, miközben a librációs pont körül apró hurkokat leírva mozog. Vizsgálatai szerint a Neptunusz és az eddig felfedezett Kuiper-objektumok keringési ideje között 1:1 (trójai), 5:4, 4:3, 3:2 (plutínók), 5:3, 7:4, 2:1, 7:3 és 5:2 rezonanciák fordulnak elő<sup>5</sup>.

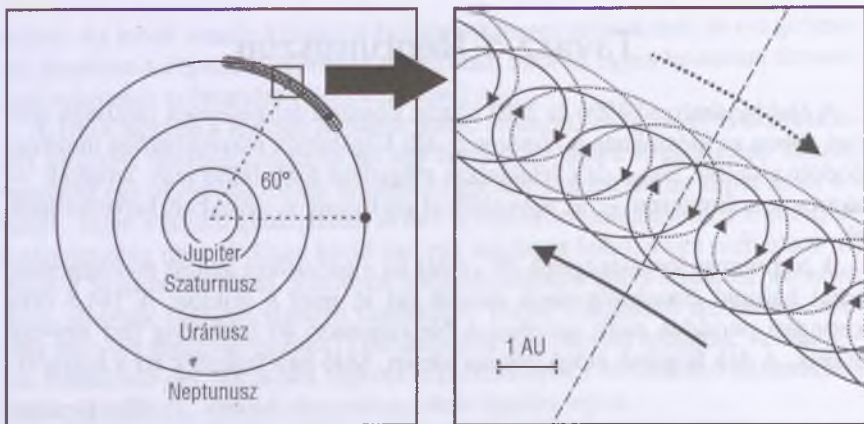
*Sárneczky Krisztián*

*IAU Circular*, 8044;

*Astronomical Journal*, 2003. július.

---

5. További háttérinformációk SÁNDOR ZSOLT: *Rezonanciák bolygórendszerekben* című cikkében olvashatók.



1.6. ábra. A 2001 QR322 mozgása a librációs pont körül

## Kisbolygó-hírek

### A Föld közelében elhaladó égitestek

Az elmúlt évben két alkalommal is megdőlt a kisbolygók földközelségi rekordja, ami többek között azoknak az amatőr csillagászoknak is köszönhető, akik a profi keresőprogramok riasztása után a gyorsan mozgó kisbolygók nyomába erednek. 2003. szeptember 28.4 UT-kor a *Lowell Observatory Near Earth Object Survey (LONEOS)* fedezett fel egy mindössze 6–8 m-es kisbolygót, amely szeptember 27.97 UT-kor 83 500 km-re száguldott el bolygónk mellett. A 2003 SQ222 felfedezését P. BIRTWHISTLE, brit amatőr erősítette meg egy 30 cm-es Schmidt–Cassegrainteleszkóppal. A valaha észlelt legkisebb aszteroidát végül október 2-áig sikerült követni, amikor már alig 23<sup>m</sup> fényes volt.



1.7. ábra. R. HUTSEBAUT ötperces felvétele a 2004 FH jelű kisbolygóról 2004. március 18-án. A képen két műhold is nyomot hagyott

Fél évvel később, 2004. március 16.36 UT-kor a *Lincoln Near Earth Research (LINEAR)* akadt egy kb. 30 m átmérőjű kisbolygóra, amely két és fél nappal később 58 500 km-re haladt el mellettünk. Ekkor a 2004 FH jelű kisbolygó fényessége elérte a  $10^m5$ -t, miközben percenként a telehold látszó átmérőjének megfelelő utat tett meg egünkön. A fotometriai észlelések szerint forgási periódusa rendkívül rövid, mindössze 3 perc. Mindkét égitest pályája jelentősen megváltozott, miközben elhaladt a Föld mellett.

### Az utolsó elveszett kisbolygó

Hatvanhat évvel felfedezése után, 2003. október 15-én újra megtalálták az elsőként felfedezett földsűrűlő kisbolygót, a *Hermest*. A *LONEOS* felvételein  $14^m4$ -s égitestet később archív felvételeken augusztusig visszamenően azonosítani tudták, majd 2001-ben és 2002-ben felvett CCD-képeken is megtalálták a nyomát. Mivel november elején 3 millió km-re megközelítette bolygónkat, remek célpontot kínált a radarszilagászoknak. Méréseik alapján kiderült, hogy a korábban egyetlen, kb.



1.8. ábra. A *Hermes* nyoma 2004. november 4-én a Piszkéstetői Obszervatórium 60/90 cm-es Schmidt-teleszkópjával

900 m átmérőjűnek gondolt aszteroida valójában két, közel azonos méretű, szorosan egymás körül keringő, 300–450 méteres testből áll. A fotometriai mérések szerint 13.89 órás keringési idejű rendszer duplán kötött, a komponensek tengelyforgási ideje megegyezik a keringési idővel, így a két égitest mindig ugyanazzal az oldalával fordul egymás felé. A megfelelő számú megfigyelés alapján 69 230-as sorszámmal katalogizálták a *Hermest*, így az utolsó elveszett kisbolygót is sikerült meglelni.

### A Quadrantidák szülőobjektuma

Sok évtizedes, hiábavaló azonosítási kísérlet után végre sikerült megtalálni az egyik leghíresebb és leggazdagabb meteororraj, a *Quadrantidák* áramlatának létrehozóját. A *LONEOS* által 2003. március 6-án talált, szokatlanul nagy (2–3 km) méretű 2003 EH1 jelű kisbolygó érdekessége, hogy perihélium-távolsága jelenleg 1.19 AU, vagyis a  $70^{\circ}8$  hajlásszögű pálya nem keresztezi a Föld pályáját; a nevéből pedig kiderül, hogy az égitest kisbolygónak tűnik, tehát nincs anyagkibocsátása. Felmerül a kérdés: hogyan lehet egy földpályát elkerülő és nem üstökös jellegű égitest egy földpályát metsző meteororraj szülőégitestje?



P. JENNISKENS szerint mindkét ellentmondásra van magyarázat. A kisbolygó naptávpontja a Jupiter pályájának közelébe esik, 5.5 éves keringési periódusa pedig közel fele az óriásbolygó keringési idejének, így mozgását a Jupiter gyakori perturbációja befolyásolja. A számítások szerint néhány száz évvel ezelőtt az objektum még keresztezte a Föld pályáját, ami egybevág a Quadrantidák fiatal, 500 évesre becsült korával. Korábban többen is felvetették, hogy a Távol-Keleten 1490/1491 fordulóján megfigyelt *C/1490 Y1* jelű üstökös lehet a Quadrantidák szülőégítéstje. Jenniskens úgy gondolja, hogy a Föld közelében elhúzó üstökös azonos a 2003 EH<sub>1</sub>-gyel, és az akkor még aktív égítést szórhatta szét pályája mentén azt az anyagot, amely minden januárban (a meteorraj maximuma január 4-ére esik) néhány órás hullócsillagesőt varázsol egünkre.

### *Kisbolygó-holdak serege*

Szinte nem múlik el újholdas időszak anélkül, hogy egy kutatócsoport ne jelentené be, hogy újabb kísérőre akadt valamelyik kisbolygó körül. Két évvel ezelőtti beszámolónk óta 22 kisbolygó-holddal gyarapodtunk. Ötöt Kuiper-objektumok, 11-et főövbeli kisbolygók, míg hatot földközeli aszteroidák körül sikerült azonosítani. Két főövbeli kisbolygóról amatőr és hivatásos csillagászok összefogásával, fotometriai úton sikerült bizonyítani, hogy kettős rendszerről lehet szó, ráadásul valószínűleg mindkettőben legalább az egyik komponens kötött keringésű lehet. A legérdekesebb rendszer a (121) *Hermione* kisbolygó, amely körül már korábban kimutattak egy 13 km-es holdat, most azonban kiderült, hogy a fő égítést maga is érintkező, vagy majdnem érintkező kettős. A két fő test mérete kb. 150 és 100 km, de az adaptív optikás felvételek alapján nem lehet pontosan eldönteni, hogy össze is érnek, vagy csak egy laza törmelékfelhő kapcsolja őket össze. Az IAU 2003-as közgyűlésén két korábban felfedezett kisbolygóhold kapott nevet: a (22) *Kalliope* kísérője ezután a *Linus*, míg a (45) *Eugenia* holdja a *Petit Prince* (*Kis Herceg*) nevet viseli.

### *A legkisebb Kuiper-objektumok*

A 60 AU-nál távolabbi Kuiper-objektumok keresése és közelebbieket méreteloszlásának vizsgálata céljából G. BERNSTEIN és csoportja 2003. január 27-én az ekliptika egy kicsiny tartományáról készített felvételeket a Hubble-űrtávcsővel. A korábbi megfigyelések és elméleti statisztikák alapján várt mintegy 60 távoli égítést helyett mindössze három,  $V=27-28^m$ -s, 42–43 AU távolságban keringő kisbolygót sikerült felfedezniük. 25–45 km-es átmérőjükkel ezek a Kuiper-öv legkisebb ismert tagjai. Továbbra is megoldatlan kérdés azonban, hogy miért nem találtak e megfigyelés során sokkal több halvány objektumot, illetve miért nem találnak 60 AU-nál távolabbi Kuiper-objektumokat.



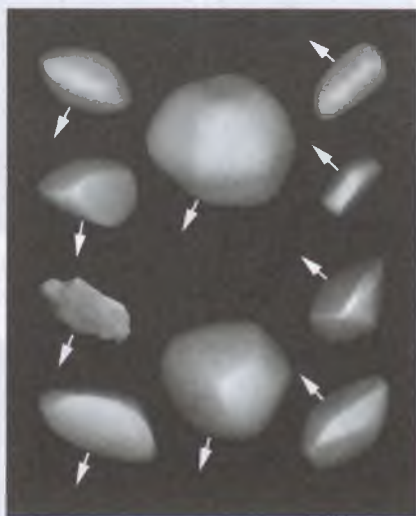
## Rendezett forgástengelyek

A Koronis-kisbolygócsalád tagjainak évtizedes fotometriai megfigyelése rendkívül érdekes felismeréshez vezetett. A legalább öt szembenállás idején felvett fénygörbék alapján sikerült meghatározni az aszteroidák forgásának irányát és a forgástengely helyzetét, így kiderült, hogy az adott irányban forgó testek tengelyei mind ugyanolyan irányba mutatnak. Az elméleti vizsgálatok szerint a kisbolygók hőszugárzása és a bolygók perturbációi állnak a jelenség hátterében. A kisbolygó felszíne az elnyelt nap-sugárzást az infravörös tartományban sugározza ki a világűrbe. A fotonok impulzusa — ha kis mértékben is — lassítja a direkt irányú tengelyforgást, és elősegíti a tengely lassú precesszióját is. Ha a precessziós periódus megegyezik a Szaturnusz keringési idejével, a kisbolygó forgási állapota egy adott tengelyirány mellett egyensúlyba kerül.

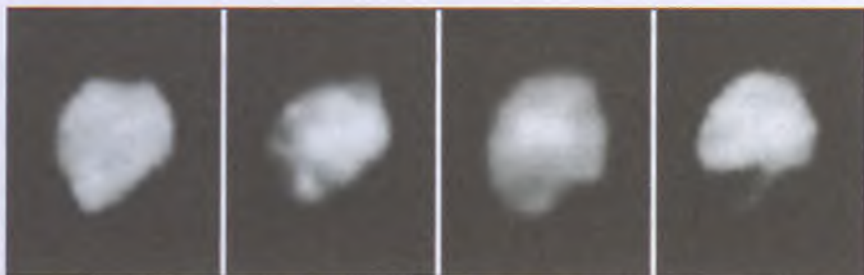
A retrográd irányba forgó kisbolygók tengelye tisztán a sugárzás hatására áll be egy adott, és a direkt forgású csoportétól eltérő irányba. Az utóbbi években az égi mechanika rengeteg új eredménnyel szolgált a Naprendszer „működésével” kapcsolatban, ám a 3 AU naptávolságban keringő Koronis-család és a Naptól 10 AU-ra keringő Szaturnusz ilyen jellegű kapcsolata igencsak meglepő.

## Felbontott kisbolygók

Adaptív optikás földi távcsövekkel két főövben keringő, nagy méretű kisbolygóról sikerült olyan felvételeket készíteni, amelyeken az égitestek alakja és felszínük egyenetlen fényvisszaverő képessége is jól felismerhető. A  $0''.33$  látszó szögméretű, 244 km átmérőjű *Junón* éles sarkokat és egy 100 km átmérőjű, sötétebb területet lehet látni, míg a 320 km átmérőjű, kerekdednek látszó (511) *Davida* kisbolygón több sötét és világos foltot sikerült azonosítani.



1.9. ábra. A Koronis kisbolygócsalád direkt és retrográd irányban forgó tagjainak tengelyei rendre azonos irányba mutatnak



1.10. ábra. A Juno kisbolygó alakja különböző hullámhosszakon a 2.54 m-es Wilson-hegyi reflektorral



1.11. ábra. A Davida kisbolygó forgása a Keck II-reflektor 2003. december 26-i felvételein

## Sedna, az új családtag

A Naprendszer legtávolabbi égitestjét fedezte fel 2003. november 14-én M. BROWN, C. TRUJILLO és D. RABINOWITZ a Palomar-hegyi 122 cm-es *Oschin Schmidt-távcsővel*. A fényes Kuiper-objektumok kutatására szakosodott csoport korábban már 20 kisbolygót fedezett fel a Kuiper-övben, ám a 2003 VB12 ideiglenes jelölésű aszteroida az égitestek egészen új osztályát képviseli. Megtalálásakor 89.6 AU távolságban járt, háromszor messzebb, mint a Plútó és másfélszer messzebb, mint az eddig



1.12. ábra. A Sedna mérete néhány ismert égitest méretéhez viszonyítva

legtávolabb felfedezett Kuiper-objektum<sup>6</sup>. Az  $R=20^m.7$  fényességű égitest képét archív felvételeken 1990-ig visszamenőleg négy korábbi évben is sikerült azonosítani. Átmérője 1700 km-nél nem nagyobb, de pontos értéket csak a következő szembenállás idején, a Hubble-űrtávcsővel végzendő mérések után várhatunk. Napközelpontját 2076-ban fogja elérni 76.1 AU távolságban, utána pedig 5740 évig távolodik majd. Naptávolságát 950 AU messzeségben húzódik, pályája  $11^{\circ}9'$ -kal hajlik az ekliptikához. Jelenleg csak találgatni tudjuk, miként került ilyen elnyúlt és távoli pályára. Egyes elméletek szerint valamelyik óriásbolygó lendítette ki, majd napközelpontja is egyre jobban eltávolodott, ám a migráció oka egyenlőre ismeretlen. Bár sorszámot még nem kapott, a felfedezők már elkeresztelték. Az eszkimó tengeristen nyomán a *Sedna* nevet fogja viselni.

Sárnecky Krisztián

*Minor Planet Electronic Circular* számai, 2004. március.

## Üstököscsaládok a SOHO képein

A *SOHO* napkutató szonda 1996-os üzembe helyezése óta már több mint 700 üstököst sikerült felfedezni a látható tartományban dolgozó C2 és C3 koronográfok felvételein. Bár a rövid pályáiv csak közelítő pályaszámítást tesz lehetővé, annyit sikerült megállapítani, hogy az olykor csak 3–4 felvételen mutatkozó üstökösök 95%-a a *Kreutz-féle napsúrolók* családjába tartozik. A családot az 1800-as évek végén ismerte fel H. KREUTZ német csillagász, aki a korábbi évtizedek néhány igen látványos üstököséről kimutatta, hogy mindegyik hasonló pályán mozgott, napközelpontjuk alig 200–300 000 km-rel húzódott a napfelszín felett.

Az 1960-as években három újabb családtag érte el napközelpontját, melyek közül az 1965-ös *Ikeya–Seki-üstökös* a nappali égen, a Nap közvetlen közelében is megfigyelhető volt! A következő érdekes felfedezéseket már napkutató műholdaknak köszönhetjük. A *Solwind* 1979 és 1984 között hat napsúroló üstököst, míg a *Solar Maximum Mission* 1987 és 1989 között tízet észlelt a Nap közelében. Az égitestekben az volt a közös, hogy a földfelszíni távcsövekkel megfigyelhetetlenek voltak és a Nap melletti elhaladást egyik sem élte túl. A napjainkban működő SOHO minden korábbinál jobb berendezései aztán megmutatták, hogy a Kreutz-féle pályán átlagosan két-három naponta érik el csillagunkat a néhányszor 10 m-es törmelékek.

A Kreutz-féle napsúrolóknál csak azon SOHO-üstökösök voltak érdekesebbek, amelyek nem tartoztak a nevezetes csoporthoz. 2002 elejére már számos

6. *Csillagászati évkönyv* 2001, 178. o.

ilyen égitest vált ismertté, így elkezdődött azok csoportosítása. Az első családot M. MEYER német amatőr csillagász fedezte fel, miután B. MARSDEN közzétette a C/2001 X8 jelű üstökös pályaelemeit, amelyek nagyon hasonlítottak a C/1997 L2 adataira. Az archív adatokat átnézve 2000-ből és 2001-ből további négy halvány égitestről derült ki, hogy a Meyer-csoport tagja. Többségük előzetes pályaelemei nem illettek egymáshoz, ám a Naphoz viszonyított helyzetük azt mutatta, hogy ez a kevés észlelés miatt van, valójában a pozícióadatokra lehet olyan pályát is illeszteni, amely a családra jellemző. Meyer felismerésével egy időben Marsden is azonosított egy négy tagból álló családot, melynek tagjai határozottan más pályán jártak, mint Meyer üstökösei.

1.1. táblázat. Az új üstököscsaládok és a Nappali Arietidák meteorraj átlagos, valamint az Icarus kisbolygó aktuális pályaelemei ( $N$  az ismert tagok száma)

Objektum neve	$q$ AU	$\omega$ °	$\Omega$ °	$i$ °	$L$ °	$B$ °	$N$
Meyer-csoport	0.0361	57.31	72.73	72.43	97.90	53.33	42
Marsden-csoport	0.0491	22.73	82.30	27.37	102.72	10.14	15
Kracht-csoport	0.0483	53.49	48.47	13.57	101.20	10.75	14
Icarus kisbolygó	0.187	31.23	88.15	22.88			
Nappali Arietidák	0.09	28	79	22	104	10	

Nem sokkal a Meyer- és a Marsden-csoport felfedezése után egy másik német amatőr, R. KRACHT is beírta nevét a csillagászat történetébe. Észrevette, hogy a C/1999 M3 és a C/2000 O3 jelű SOHO-üstökösök nagyon hasonló irányból közelítették meg a Napot. A Kracht-csoport tagjainak pályaelemei eltérnek ugyan a Marsden-csoport pályaelemeitől, ám a perihéliumpontok térbeli helyzete ( $L$  és  $B$ ) alapján a két csoport kapcsolatban van egymással. D. SEARGENT ausztrál amatőr csillagász pedig hamarosan felismerte, hogy a Marsden-csoport pályaelemei nagyon közel esnek a Nappali Arietidák meteorraj pályaelemeihez. Ha a C/1999 J6 (SOHO) túlélte volna perihéliumát, mindössze 0.025 AU-ra haladt volna el Földünk mellett. A meteorrajt radarfigyelések alapján azonosították 1947-ben, és korábban az Icarus kisbolygót tartották a szülőégitestnek. Most úgy tűnik, hogy a Marsden-csoport és a Kracht-csoport is e komplex anyagáramlat része, amely egy igen nagy méretű égitest régés-régi feldarabolódásának emlékét őrzi.

Sárneczky Krisztián

International Comet Quarterly, 2003. július.



## Halley-rekord

A C/1987 H1 (Shoemaker)-üstökös 23.75 AU távolsági rekordját jelentősen megjavítva, a Naptól 28.06 AU messzeségben sikerült megfigyelni a Halley-üstököst. O. HAINAUT és csoportja 2003 márciusában a VLT három egységével halvány Kuiper-objektumokra vadászott, ám a vizsgált területet úgy választották meg, hogy a Hydra csillagképben, pontosan az égi egyenlítő mentén látszó üstökös is távcsővégre kerülhessen. Már az egy éjszakán készült képek összeadása után is sikerült megtalálni a  $28^m2$  fényes égitest nyomát, három nap mintegy 80 felvételét összegezve egy 9 óra expozíciós idejű kép alapján pedig elemezheték is az üstökös viselkedését. A kométa teljesen csillagszerű volt, aktivitásnak nyoma sincs. A számítások szerint, amikor 2023 decemberében eléri naptávpontját, kb.  $2^m5$ -vel lesz halványabb, ami ma sem elérhetően fényesség a Hubble-űrtávcső számára, így folyamatosan nyomon követhetjük majd, hogy miként válik egyre aktívabbá a 2062-es perihéliuma felé tartó Halley-üstökös.



1.13. ábra. A Halley-üstökös halvány nyoma csak több felvétel összegzésével tűnik elő. A képeket összeadás közben az üstökös mozgásának megfelelően eltolták

Sárneczky Krisztián

ESO Press Release, 2003. szeptember.

## Exobolygó-hírek

A témakör előzményeiről és az új eredményekről a Csillagászati évkönyv korábbi köteteiben<sup>7</sup> és a Szegedi Csillagvizsgáló honlapján<sup>8</sup> található bővebb információ. 2004 júliusában 108 csillag körüli 123 exobolygót ismertünk, 13 csillagnak több bolygója is van<sup>9</sup>. Bár az utóbbi évben lelassult az újonnan felfedezett exobolygók számának növekedése, de új megfigyelési programokat,

7. Például SZATMÁRY KÁROLY: Bolygók más csillagok körül. *Csillagászati évkönyv* 2003, 204. o.

8. <http://astro.u-szeged.hu/ismeret/exo/extrasol.html>

9. <http://www.obspm.fr/encycl/catalog.html>

módszereket vezettek be, és az elméleti (bolygófizikai, égi mechanikai) vonatkozású tanulmányok is jelentősen szaporodtak.

### *Nem minden bolygó, ami annak látszik!*

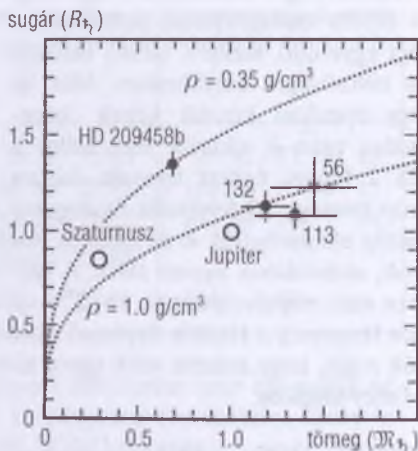
Az OGLE megfigyelései keretében több tucat csillagnál találtak olyan kis mértékű elhalványodást, amelyek bolygóra utalhatnak. Csak két esetben, az *OGLE-TR-113* és az *OGLE-TR-132* objektumnál bizonyosodott be, hogy a jelenséget exobolygó általi fedés okozza. Az utóbbinál a sugár ( $1.13 R_2$ ) mellett a tömeget ( $1.19 M_2$ ) is sikerült meghatározni. Az *OGLE-TR-33* esetében a spektroszkópiai mérések kiderítették, hogy nem bolygóról van szó, hanem hármas csillagrendszerrel.

Az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézete munkatársainak vezetésével a budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem, valamint a Szegedi Tudományegyetem csillagász szakos hallgatói egy csillag mérésének során olyan fényességsökkenéseket találtak, amelyek alapján egy eddig ismeretlen bolygóra következtethettek. A csillag az *Ikrék* csillagképben, tőlünk kb. 650 fényév távolságban van. A pontosabb megfigyelések szerint azonban nem bolygó, hanem egy társcsillag okozza a fedési jelenséget (*blend*).

Körülbelül 60 olyan rendszert ismernek a csillagászok, ahol ilyen átvonulásra utaló jelek vannak (*transzitzionális rendszerek*), de ezek közül eddig csak négy esetben sikerült kétségtelenül bebizonyítani exobolygó jelenlétét.

A Whipple Obszervatóriumban elindított *PISCES* (*Planets in Stellar Clusters Extensive Search*) megfigyelési programban nyílthalmazok nagy pontosságú fotometriáját végzik. Bár exobolygó-átvonulást még nem találtak, de több mint 100 kis amplitúdójú változócsillagot fedeztek fel.

Amennyiben a Föld körül keringő *Hubble-űrtávcső* megfigyeléseit sikerül megerősíteni, közel duplájára emelkedik a Naprendszeren kívüli ismert bolygók száma. A Hubble a Tejútrendszer magja körüli tartományt vizsgálta, ahol



1.14. ábra. A fedési módszerrel eddig felfedezett négy exobolygó a tömeg–sugár diagramon, az átlagsűrűségi görbékkel (összehasonlításul a Jupiter és a Szaturnusz is fel van tüntetve)

nagyon sűrűn vannak a csillagok. Sok ezer csillag fényének nyomon követése során 100 olyan csillagot találtak, amelyek időszakosan elhalványulnak.

### *A Naprendszerhez hasonló bolygórendszer a Vega körül*

Angol csillagászok véleménye szerint a fényes *Vega* csillag körül olyan bolygórendszer helyezkedhet el, amely az eddig felfedezett rendszerek közül a legjobban hasonlít a Naprendszerre. Korábbi megfigyelések során kiderült, hogy a *Vegát* halvány porkorong övezi. Az új számítógépes modellek szerint a porkorong szerkezete úgy magyarázható a legjobban, ha feltételezzük, hogy a *Vega* körül egy a Neptunuszhoz hasonló tömegű bolygó kering, kb. két Nap – Neptunusz távolságban. Ez a pályaméret elegendő teret hagy ahhoz, hogy a *Vegához* közelebbi tartományokban Föld típusú bolygók lehessenek, akárcsak a Naprendszerben.

Az új eredmények a világ legérzékenyebb szubmilliméteres kamerájának (*SCUBA*) felvételein alapulnak. A *James Clerk Maxwell* teleszkópon (Hawaii-szigetek) üzemeltetett műszer képein egy igen hideg (kb.  $-180^{\circ}\text{C}$ -os) porsáv érzékelhető a *Vega* körül. A porsávban lévő szabálytalanságok, csomósodások egyértelműen bolygó vagy bolygók jelenlétére, illetve azok gravitációs hatására utalnak. A modell szerint egy a Neptunuszhoz hasonló égitest a csillaghoz közel alakult ki, és folyamatosan, néhány tízmillió év alatt vándorolt mai helyére.

### *Kialakulóban lévő, Jupiter típusú bolygó*

Az Arizonai Egyetem csillagásza új módszerrel vizsgálták meg egy közeli, fiatal csillag porgyűrűjét. Nemcsak azt igazolták, hogy a csillag körül protoplanetáris korong van, hanem egy rést is sikerült felfedezniük a gyűrűben, meggyőző bizonyítékot találva ezzel egy éppen kialakulóban lévő bolygó léteire. A *HD 100546* jelű objektumot közepes infravörös tartományban vizsgálva már korábban kimutatták a csillag körüli protoplanetáris korongot.

A nullázó interferometria során úgy egyesítik a csillagról érkező fénysugarakat, hogy azok éppen kioltásuk egymást; így a képeken a csillag helyén csak a sötét háttér látszik. Mivel a *HD 100546* még elég fiatal csillag, a porgyűrűje nagyjából ugyanolyan fényes, mint az égitest maga. A nullázó interferometriás eljárás során el kell különíteni egymástól a csillagról érkező fénysugarakat (melyeket ki kell iktatni) és a kiterjedt porkorong fényét, melyet látni szeretnénk. A rés létrejöttének legvalószínűbb magyarázata, hogy az egy gigantikus (talán a Jupiternél is jóval nagyobb tömegű) protobolygó gravitációs hatására keletkezett. A kutatók szerint a bolygókezdemény nagyjából 10 AU távolságban kering a csillag körül.



A Hawaii Egyetem egyik csillagásza a 33 fényévre lévő, csupán 12 millió évesnek becsült *AU Microscopii* csillag körül is porkorongot talált a Keck-teleszkóp infravörös felvételein. A korong a csillagtól 25 és 40 csillagászati egység távolságban aszimmetrikus eloszlást mutat. Ezt a korongban kialakult és ott elnyúlt pályán keringő bolygó gravitációs hatásának tulajdonítják.

### Gravitációs mikrolencsék

2004 májusától egy nemzetközi kutatócsoport egy világméretű távcsőhálózat segítségével folytatja az exobolygók keresését. Reményeik szerint közvetlen bizonyítékokat találnak majd arra, hogy Napunkon kívül más csillagok körül is keringenek Föld méretű bolygók. A projekt neve *PLANET* (*Probing Lensing Anomalies Network*, lencsejelenségekben fellépő anomáliákat vizsgáló hálózat).

Úgy tűnik, jelenleg egyetlen módszerrel van esély Földünkhöz hasonló planéták megtalálására: ez a gravitációs mikrolencsék vizsgálata. A mikrolencsejelenség során egy csillag rövid ideig jóval fényesebbé válik, mint amilyen valójában. A hirtelen felfényesedést egy másik csillagászati objektum okozza, amely elhalad a csillag és a földi megfigyelő között; az átvonuló égitest gravitációs mezeje ugyanis egy optikai lencséhez hasonlóan változtatja meg a fénysugarak útját. Ha az átvonuló objektum egy másik csillag, akkor az a fénygörbében egy jellegzetes, nagyjából egy hónapos jelet produkál. Ha a csillag körül bolygó kering, akkor annak hatására a felfényesedési görbére egy másik, apró – de jól kimutatható – jel rakódik rá, amely Jupiter méretű bolygó esetén néhány nap, Föld méretű planéta esetén néhány óra időtartamú lehet.

Az *OGLE* és a *MOA* programok több tízmillió csillagot vizsgálnak, és évente 500–700 mikrolencse-jelenséget figyelnek meg. Ezek közül a *PLANET* program résztvevői kb. 75 eseményre koncentrálnak, amelyeknél a legvalószínűbb egy bolygó hatásának kimutatása. Mivel azonban a *PLANET* program keretein belül keresett „új Földek” akár 20 000 fényévre is lehetnek tőlünk, az esetleges kapcsolatfelvételtre nincs esély.

Különösen jól sikerült az *OGLE* 2003–BLG–235/*MOA* 2003–BLG–53 jelű mikrolencse jelenség nyomon követése. Kiderült, hogy a lencse objektum



1.15. ábra. Az *AU Mic* csillag körüli porkorong infravörös felvételen (alul a Neptunusz-pálya mérete összehasonlítául)



egy csillag egy bolygóval, amely mintegy 1.5 Jupiter-tömegű és pályájának sugara 3 AU.

### *Mágneses tér exobolygó körül*

Kanadai csillagászoknak sikerült megtalálniuk az első bizonyítékot egy Naprendszerünkön kívüli bolygó mágneses terének létre, egyúttal arra is, hogy egy planéta „fűti” a csillagát. A Naphoz hasonló *HD 179949* jelű csillag körül pár éve fedeztek fel egy nagyjából Jupiter méretű bolygót, amely 3.093 nap alatt kerüli meg központi égitestjét. A csillag kromoszférájának színeképében az egyszerűen ionizált kalciumatomok vonalán vizsgálták az óriási mágneses viharok által létrehozott forró foltokat. Egy ilyen folt több mint egy évig haladt azonos sebességgel a 3 napos keringési idejű bolygóval! A legtöbb bizonyíték alapján a csillag túl lassan forog ahhoz, hogy a foltot ilyen gyors mozgásba hozza. A folt vándorlásának legvalószínűbb magyarázata a bolygó mágneses tere és a csillag kromoszférája közötti kölcsönhatás.

### *Megtalálták az eddigi legősibb bolygót*

A Hubble-űrtávcsővel kb. 13 milliárd éves, vagyis a Naprendszerénél több mint kétszer idősebb exobolygót fedeztek fel. Ez viszont azt jelenti, hogy már igen röviddel a Világegyetem születése után – egymilliárd éven belül – léteztek ilyen típusú égitestek.

A bolygó keringési ideje kb. 100 év, tömege a Jupiterének 2.5-szerese. Egy ősi gömbhalmaz, az *M4* magjában kering, amely körülbelül 5600 fényévnnyire van a Földtől. Eddig úgy tartották, hogy a gömbhalmazokban nem létezhetnek bolygók, mert ősi keletkezésük miatt anyaguk igen szegény nehezebb elemekben.

A bolygó környezete ma már igen barátságtalan hely lehet, mivel egy kiégett csillagkettős körül kering. A pár egyik tagja forró fehér törpe, a másik pedig egy sebesen pörgő neutroncsillag, pulzár. A rendszer harmadik tagját, azaz magát a bolygót 1988-ban fedezték fel a pulzár viselkedésében tapasztalható szabálytalanságok alapján. Egészen mostanáig folyt a vita, hogy valóban bolygóról van-e szó. Szóba került ugyanis, hogy ez is egy kis tömegű csillag, esetleg barna törpe. A HST adataira támaszkodva azonban sikerült meghatározni a tömegét, amely alapján bolygónak minősül.

### *Bolygók keresése fehér törpék körül*

A Hubble-űrtávcső *NICMOS* koronográfjának egyik új megfigyelési programja fehér törpe csillagok infravörös fényben való vizsgálata. Ezek elég halványak ahhoz, hogy körülöttük egy esetleges bolygót közvetlenül is észreve-

gyünk. Hét csillagból három mellett találtak kísérő objektumot, de mibenlétük eldöntéséhez még további mérések szükségesek.

Egy másik módszerrel is próbálkoznak a fehér törpék bolygóinak kimutatására. Sok fehér törpe pulzál, rezeg, ami miatt fényessége periodikusan változik. Ha van körülötte bolygó, akkor a csillag is kering a közös tömegközéppont körül, így hol közeledik, hol távolodik hozzánk képest. Mozgása következtében pedig kissé változik a megfigyelhető pulzációs periódus.

### *Különleges lenne a Naprendszer?*

Elképzelhető, hogy a Naprendszer alapvetően különbözik az eddig felfedezett bolygórendszerek nagy részétől, mivel másképp alakulhatott ki. Ebben az esetben a Földünkhöz hasonló bolygók igencsak ritkák. A különbözőség lehetőségét egy nemzetközi kutatócsoport vetette fel, miután megvizsgálták a mintegy 100 ismert bolygórendszert, és felállítottak két lehetséges bolygókeletkezési modellt.

A mi Naprendszerünkben az összes planéta pályája (eltekintve a különleges esetnek számító Plútótól) közelítőleg kör alakú, és a négy óriásbolygó Napunktól távol kering. Az eddig talált exobolygók – melyek mind a Jupiterhez hasonlóak – jóval közelebb helyezkednek el központi csillagukhoz, és nagy részük sokkal elliptikusabb pályán mozog.

A Naprendszerünkre érvényes bolygókeletkezési modell szerint a Jupiterhez hasonló bolygóóriások a kisebb kőzetbolygók övezetén kívül alakultak ki, és gravitációs hatásaikkal nagy mennyiségű gázt vonzottak magukhoz környezetükből. A csillaghoz közelebbi kőzetbolygók a magasabb hőmérséklet miatt nem tudtak sok gázt lekötni. A legnépszerűbb elképzelés szerint az óriásbolygók közvetlenül gravitációs összehúzódással is kialakulhatnak. Ilyen módon viszont egyáltalán nem keletkezhetnek kőzetbolygók. Vagyis ha ez a modell minden ismert bolygórendszerre alkalmazható, akkor egyik esetben sincs remény arra, hogy Földünkhöz hasonló, esetleg életet is hordozó bolygót találjunk. Ugyanakkor az is igaz, hogy a jelenlegi módszerekkel még nem vagyunk képesek a kisebb tömegű bolygók detektálására (kivéve a mikrolencse-jelenséget), így az eddig ismert exobolygók alapján még nem lehet statisztikai következtetéseket tenni.

Szatmáry Károly

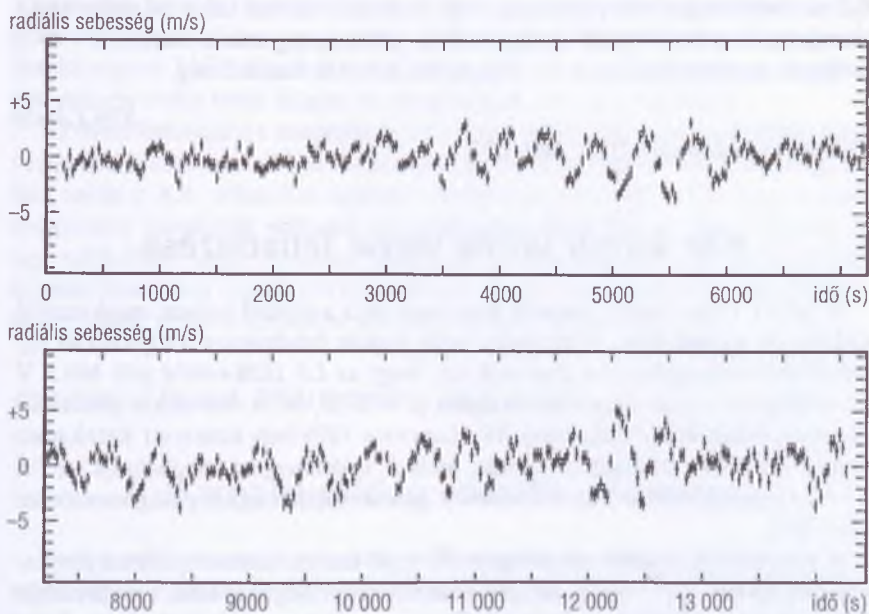
astro-ph/0404309, 0407146, 0407635, 0408158, 0408164;

www.universetoday.com,

www.spaceflightnow.com

## Az $\alpha$ Centauri A sebessége

Az utóbbi években rohamosan fejlődött a Doppler-effektuson alapuló csillagászati sebességmérés. A fő hajtóerő az exobolygók által előidézett, rendkívül kicsiny spektrumvonal-eltolódások mérése volt, aminek köszönhetően már száznál is több csillag körül mutattak ki bolygókat. A mérés technika fejlődésével párhuzamosan a Nap típusú csillagrezgések kutatása is fellendült<sup>10</sup>. A mérések pontossága már megközelíti a m/s-ot, így tanulmányozhatóvá váltak a konvektív mozgások által gerjesztett sajátrezgések, melyek modellezése páratlanul részletes és pontos ismereteket szolgáltat a csillagok belső szerkezetéről.



1.16. ábra. Az  $\alpha$  Cen A négy órányi radiális sebesség-görbéje a VLT UVES spektrográfiával

Egy amerikai–ausztrál–dán kutatócsoport (P. BUTLER és munkatársai) 2001-ben a déli ég egyik legfényesebb csillagát, az  $\alpha$  Centauri A-t mérte két helyszínről: az egyik 8.2 m-es ESO VLT-műszerrel (Cerro Paranal, Chile), illetve a 3.9 m-es Angol–Ausztrál Teleszkóppal (Siding Spring, Ausztrália). Mind-

10. Csillagászati évkönyv 2004, 174. o.



két távcsőhöz az exobolygók keresésére használt jódcellás spektrográfot illesztettek, és közel tízezer egyedi színekpfelvételt készítettek a néhány perces oszcillációk kimutatására. A rendkívül gondos adatfeldolgozással sikerült áttörniük a m/s mérési pontosságot: a VLT *UVES* spektrográfjával egy percnyi mérési idő alatt 0.42 m/s, az AAT *UCLES* műszerével pedig 1 m/s az elért sebességmérési pontosság. Ez a Napunkat leszámítva a valaha mért legpontosabb radiális sebesség-görbét eredményezte, melyen közvetlenül is azonosíthatók az  $\alpha$  Cen A felszíni mozgásait tükröző hullámok (l. 16. ábra). A kombinált mérések frekvenciaspektrumában az átlagos zajszint mindössze 1.9 cm/s, azaz a legalább 6 cm/s amplitúdót meghaladó rezgési módusok mindegyike detektálható a két távcső egyesített adatsorában. (Napunk esetében a legjobb méréseket a *BiSON* projekt végezte, amelynek során az egy percnyi mérési idő alatt 0.2 m/s sebességmérési pontosság volt elérhető.) Távlati cél a méréstechnika kiterjesztése a halványabb csillagok felé, jelenleg ugyanis a fényes, 0–1<sup>m</sup>-s csillagok megfigyeléséhez is 4–8 m-es távcsövekre van szükség.

Kiss László

*Astrophysical Journal*, 2004. **600**, L75.

## Két közeli vörös törpe felfedezése

A *NEAT* (*Near Earth Asteroid Tracking*) célja a Földet erősen megközelítő kisbolygók megtalálása. A program során kapott felvételeket a digitalizált égboltfelméréssel egybevetve fedezték fel, hogy az *LS 1826+3014* jelű M8.5 V színektípusú vörös törpe sajátmozgása  $\mu = 2''.38/\text{év}$ . A felfedezés jelentőségét azzal érzékeltethetjük, hogy W. LUYTEN 1979-ben közzétett katalógusa csupán 60 olyan csillagot tartalmaz, melyek sajátmozgása meghaladja az évi 2''-et, a legközelebbi csillag, a *Proxima Centauri* sajátmozgása pedig mindössze évi 3''.853.

A vörös törpe radiális sebességére  $77 \pm 10$  km/sec adódott. Látszó fényességéből, és egy ilyen csillag átlagos abszolút fényességéből becslve távolsága  $13.9 \pm 3.5$  pc. Mindebben semmi különös nem volna: sikerült felfedezni egy közeli, kis tömegű, halvány vörös törpét, amilyenből rengeteg van. Amikor azonban megszerkesztették pályáját, kiderült, hogy mégsem olyan közönséges csillag. Rögtön feltűnt, hogy a Naprendszerhez képest tekintélyes, 177 km/s sebességgel mozog, tehát nem vesz részt a Tejútrendszer fősíkjának rotációjában. Numerikus integrációval követve a pályáját az adódott, hogy a fősíktól 6 kpc magasságig emelkedik, majd visszafelé ugyanennyire a fősík alá megy, jelenlegi helyére pedig körülbelül egymilliárd év múlva tér vissza.



Halócsillag került tehát a felfedezők hálójába, tömege  $0.08 - 0.09 M_{\odot}$ , légkörének kémiai összetétele nem tűnik jelentősen különbözőnek a Napétól. A jelenlegi adatok alapján nem lehet megmondani, hogy a fősíkból kilökött normál vörös törpéről van szó, vagy eredeti halócsillagról, amely fémhiányt egyáltalán nem mutat. Ha idős, még hidrogént égető, igazi halóbeli csillag (vagyis kora több mint ötmilliárd év), akkor azon a határon lehet, amikor elfogy a hidrogénje, s hamarosan fehér törpe, majd fekete törpe lesz.

A másik vörös törpe, amely az SO 026300.5+165258 nevet kapta, még nagyobb sajátmozgású, évenként  $5''.05 \pm 0''.03$  az elmozdulása. Ez a felfedezés is a NASA által indított NEAT program mellékterméke. Csupán hét olyan csillagot ismerünk, amelynek sajátmozgása meghaladja évenként az  $5''$ -et.

E csillag trigonometriai és fotometriai parallaxisa alapján távolsága 2.4 és 3.6 pc közé tehető. Ha az első adat helyes, ez a harmadik legközelebbi csillag Naprendszerünkhöz, míg az utóbbi esetén is az előkelő 17. helyet foglalja el. Színképtípusa M6.5, látszó vizuális fényessége  $V = 15^m40$ , tehát ez is egy a sok átlagos vörös törpe között, és éppenséggel nem is túl halvány.

Az ilyen felfedezések mutatják igazán, hogy milyen hiányosan ismerjük közvetlen környezetünket. Mint ismeretes, a galaktikus nyílthalmazok katalogizálása során a XX. században sokszor felvetették azt a hipotézist, hogy a környékünkön megfigyelt nagyobb csillagsűrűség oka talán az, hogy Napunk is egy nyílthalmaz tagja. Azonban inkább azt kell reálisnak tartanunk, hogy hiányosan ismerjük a tágabb környezetünket, és ez a vélt nagyobb csillagsűrűség el fog tűnni, amint a távolabbi vörös törpéket is felfedezzük.

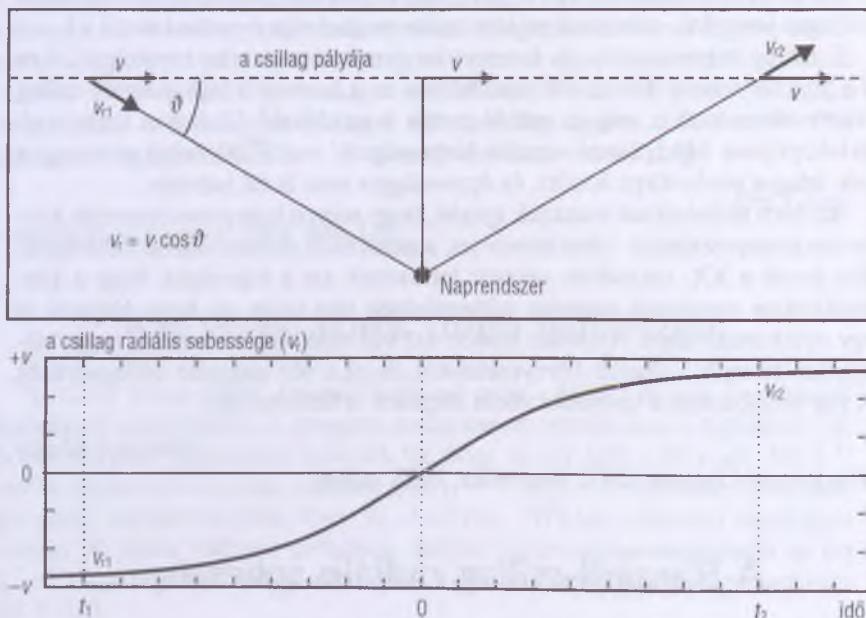
Barcza Szabolcs

*Astrophysical Journal*, 2002. december, 2003. május.

## A Barnard-csillag radiális sebessége

Ha egy csillag hozzánk képest egyenes vonalú, egyenletes mozgást végez  $v$  sebességgel, a radiális sebessége akkor is változik. Az 1.17. ábra segítségével belátható, hogy amikor a csillag még nagyon távol van tőlünk, a radiális sebessége  $-v$ ; amikor a legközelebb halad el mellettünk, akkor nullává válik; nagyon sok idő múlva, amikor már ismét messze jár tőlünk, a radiális sebessége  $+v$  lesz. A nagy távolság és a rövid időbeli bázisvonal miatt azonban egyelőre csupán a legközelebbi csillagokra mérhető meg a radiális sebességnek ez a szekuláris változása. A csillagászat történetében az első ilyen észlelést a Barnard-csillagra sikerült elvégezni. A mérést az tette lehetővé, hogy a jelenlegi csúcstechnológiával a csillagok esetében elérhető a  $\pm 3$  m/s sebességmérési pontosság.

Mai ismereteink szerint a Proxima és az  $\alpha$  Cen kettős rendszer után a Barnard-csillag a negyedik legközelebbi csillag. Az M4 színképosztályú vörös törpe,  $1.8215 \pm 0.0052$  pc távolságban van, a deklináció irányában igen nagy a sajátmozgása, évente  $+10''.32693$ , rektaszcenzióban viszont csak  $-0''.79784$  (évente  $0''.0012$  a változás). Egy ilyen kis tömegű csillag körül keringő bolygó nagyobb változást idéz elő a csillag radiális sebességében, mint egy nagyobb tömegű, például G vagy K színképtípusú csillag esetében. Ezért az ilyen törpék körül könnyebb az esetleges bolygókat kimutatni. Emiatt is érdemes a radiális sebességet hosszabb időn át megfigyelni.



1.17. ábra.  $v$  sebességű, egyenes vonalú, egyenletes mozgást végző csillag  $v_r$  radiális sebességének szekuláris változása

Két és fél év megfigyeléseinek kiértékeléséből a következőket lehetett megállapítani. A radiális sebesség szekuláris változása  $5.15 \pm 0.89$  m/s/év, ami jól egyezik a *Hipparcos* műhold eredményeiből (parallaxis, sajátmozgás) számított értékkel. A kutatás fontos mellékterméke, hogy bolygóra utaló változások nem mutathatók ki a csillag sebességében. A radiális sebesség kismértvű változása szoros korrelációban áll a  $H\alpha$ -vonal emissziós magjának erősségével,

ami tudvalevőleg kromoszférikus aktivitást jelez. Tehát e csillag kromoszférája változik, és a folttevékenység valószínűleg lefedi a csillag felületének 20%-át.

*Barcza Szabolcs*

*Astronomy and Astrophysics*, 2003. június.

## Az $\eta$ Carinae 2003-as periasztronja

Tejútrendszerünk egyik legizgalmasabb objektuma az  $\eta$  Carinae, a fényes kék változócsillagok osztályának legtöbbet tanulmányozott tagja. A csillag jelenleg  $5^m$  körüli látszó fényességű, a 19. században azonban kitörésen esett át, és akkor  $-1^m$ -ig fényesedett fel. Néhány éve fedezték fel azokat a szinképi változásokat, melyek alapján a csillag kettősségére lehetett következtetni. Kiderült, hogy nem tartozik a legnagyobb tömeg hiperóriások közé – mint azt korábban gondolták –, hanem valójában két, jóval kisebb tömegű csillagból áll. A kettős rendszer pályája erősen excentrikus, és fényváltozását a két komponens sűrű csillagszelének kölcsönhatása okozza. Mivel ezek a kölcsönhatások a két csillag távolságától függenek, többen megjósolták, hogy a 2003-ban bekövetkező periasztron-áthaladás újabb aktivitást fog kiváltani.

A. M. VAN GENDEREN és munkatársai többszín-fotometriai méréseket végeztek, melyek igazolták az előrejelzéseket: 2003 közepén a csillag hetekig elhúzódó fényességmaximumba jutott, melynek idő- és színfüggése pontosan követte az 1998-as periasztron idején tapasztalt változásokat. A fénygörbe ferszerű fényesedést mutatott (csak sokkal lassúbb időskálán, kb. 150 nap alatt), melynek töréspontjai egybeestek az egyidejűleg észlelt röntgenkitörésekkel (M. CORCORAN és munkatársai a *Chandra*, *RXTE* és *XMM-Newton* röntgenműholdakkal, illetve az *INTEGRAL* gammaműhoddal követték az eseményeket). A maximum után egy fedésre emlékeztető minimum következett, majd lassú halványodás. A legújabb adatok alapján kirajzolódó kép alátámasztja a kettősség hipotézisét, illetve elkülöníti az optikai emisszió és a röntgensugárzás forrásait. 2004 elejére a csillag visszanyerte korábbi fényességét, így a következő periasztronig, azaz 2008 második feléig lehet pontosítani az elméleti modelleket és előrejelzéseket.

*Kiss László*

*Astronomy and Astrophysics*, 2003, **412**, L25.



## Az SN 2002ic szupernóva különös színeképe

Az *Ia* típusú szupernóvák színeképük alapján azonosíthatók: a szilícium és a kén vonalai erősek, a hidrogéné pedig egyáltalán nem láthatók. Elméleti modellek szerint e szupernóvák úgy jönnek létre, hogy kettős rendszerben egy fehér törpe anyagot vesz át a másik csillagtól, s a növekvő tömege előbb-utóbb meghaladja a Chandrasekhar-féle kritikus tömeget, ami egy fehér törpe számára a stabilitás felső határa. Instabillá válván a csillag összeroskad, s az ezzel járó tűzijáték adja a szupernóva fényességét. Fontos jellegzetessége ezen szupernóváknak, hogy igen pontosan meghatározott tömegű csillag robban, ezért a robbanás abszolút fényessége is szűk határok közé esik. Az *Ia* típusú szupernóvák tehát alkalmas standard gyertyák – ismert erősségű fényforrások – a távolságmeghatározáshoz, ráadásul nagy fényességük miatt nagy távolságból is láthatók.

A vázolt elméleti modell súlyos hiányossága, hogy eddig egyetlen *Ia* szupernóva elődjéről sem sikerült bebizonyítani, hogy valóban kettős rendszer. Talán ezen segít az az észlelés, amelynek során az *SN 2002ic* színeképében a hidrogén emissziós vonalait sikerült megtalálni. A szupernóva vonalainak szélessége kb. 10 000 km/s tágulási sebességre utal, miként ez ilyen színeképekben megszokott. A  $H\alpha$ -vonal azonban igen éles, legfőlőbb 2000 km/s tágulási sebességet enged meg, tehát biztosan nem a robbanás után expandáló héjból származik.

Az SN 2002ic közelében látszik ugyan két galaxis, amelyek óriás hidrogénfelhői esetleg gyanúba hozhatók a vonalak forrásaként, de a galaxisok 0.22 és 0.078 értékű vöröseltolódása teljesen eltér a szupernóva 0.06666 vöröseltolódásától. A Balmer-vonalak tehát a szupernóva környezetéből jönnek. Az persze továbbra is kérdés, hogy pontosan honnan erednek, ha nem a táguló héjból. Elméleti modellek szerint két lehetőség van. Az egyik, hogy valójában nem *Ia* típusú szupernóvát látunk, hanem a nagy tömegű preszupernóva csillagszele a robbanás előtt hidrogénburkot hozhatott létre, s a keskeny Balmer-vonalak ebből jöhetnének. Tehát a jelenség inkább a II típusú szupernóva rokona, amiért ezt az eddig alig ismert fajtájú objektumot SN  $I\frac{1}{2}$ -nek, azaz „szupernóva másfélnek” nevezték el.

A másik feltevés azonban valószínűbb: a fehér törpe mellett a kettős rendszer másik tagja egy aszimptotikus óriásági csillag, amely folyamatosan adta át külső rétegeinek hidrogénben gazdag anyagát a most felrobbant csillagnak, és eközben létrehozott körülötte egy hidrogénben gazdag gázfelhőt is, ami a robbanás hatására kb. 2000 km/s sebességű tágulásba kezdett. Mindez közvetett bizonyíték volna a kettősségre is. Közvetlen bizonyíték ugyanis aligha képzelhető el, hiszen ehhez előre tudni kellene, hogy melyik csillag fog robbanni,



ennek többször meg kellene mérni a radiális sebességét, vagy legalább néhány színeképet kellene készíteni róla, amelyen a fehér törpe és az aszimptotikus óriásági csillag jellemzői együtt látszanak.

Barcza Szabolcs

*Nature* 2003. augusztus.

## Az INTEGRAL műhold és első eredményei

Az Európai Űrügynökség (ESA) gammacsillagászati űrobszervatóriumát, az *INTEGRAL* (*International Gamma-Ray Astrophysics Laboratory*) műholdat 2002. október 17-én bocsátották fel. A 72 órás keringési idejű pálya földközelpontja alig 9000 km-re van a felszín fölött, míg földtávolpontja 154 000 km-re található, azaz pályájának egy része a Föld sugárzási övezetein belülre, más része azon kívülre esik. A sugárzási zónák 40–60 000 km között találhatók, és a belsejükben roppant nehéz a nagyenergiájú sugárzások detektálása. A műholdat nagy felbontású gammaspektroszkópiára (1 MeV energiánál 2.5 keV felbontással), valamint nagy szögfelbontású leképezésre (12' felbontás a gammasugarak tartományában) tervezték. Segítségével minden korábbinál pontosabban lehet tanulmányozni a Világegyetem legnagyobb energiájú jelenségeit. Kiegészítésképpen a röntgentartományban is végezhet méréseket (3 és 35 keV energiák között), illetve a fedélzetén van egy kisebb optikai teleszkóp is, amivel 5<sup>h</sup>-os látómezőben rögzíthetik az éppen észlelt jelenség vizuális képét.

Az *INTEGRAL* a *CGRO* (*OSSE*, *COMPTEL*, *EGRET*, *BATSE* műszerek), a *SIGMA* és a *HEAO-3* gammacsillagászati űrprogramok folytatása, főként a gammafelvillanások kutatása terén<sup>11</sup>. Emellett azonban a nagy energiájú galaktikus források vizsgálata (kölsönható kettőscsillagok, amelyeknek a főkomponense neutroncsillag vagy fekete lyuk), illetve kozmikus értelemben közeli aktív galaxismagok tanulmányozása terén is óriási fejlődést hozhat. A továbbfejlesztett gammaleképezéssel a gammaforrások koordinátáinak hibáját 1–1.5-re sikerült leszorítani, ami a néhai Compton űrobszervatórium *BATSE* műszeréhez viszonyítva egy nagyságrendnyi javulást jelent. Ezzel a gammakitörések utófénylésének optikai azonosítása sokkal könnyebb, és a szupernóvákval vagy távoli galaxisokkal való egybeesés is egyértelműbben megállapítható.

Nem meglepő, hogy az első év eredményei is ezekkel az egzotikus jelenségekkel kapcsolatosak. Az elsőként detektált gammafelvillanás a *GRB 021125* volt 2002. november 15-én. A 24 s-ig tartó felvillanást hamarosan azonosították az *Ulysses*, a *Mars Odyssey* és a *RHESSI* szondák fedélzetén levő gamma-

11. Lásd BAGOLY ZSOLT: *Gammakitörések* című cikkét.

detektorok mérési adataiban is. Pusztán az INTEGRAL mérései alapján is 2' pontossággal lehetett megadni az égi pozíciót, ám optikai utófénylést senkinek sem sikerült észlelnie.

Fontos technikai továbblépést jelentett a *GRB 021219* észlelése, ami 5.5 s időtartamú esemény volt 2002. december 19-én. Ez volt az első olyan gammafelvillanás, amit valós időben sikerült azonnal kimérni az INTEGRAL *Burst Alert System (IBAS)* rendszerén belül. Ez azt jelenti, hogy a rendszer a villanás után 10 másodperccel már e-mailt küldött az érintett kutatóknak, majd 5 órával később egy 20' pontosságú égi koordinátát is közölni tudtak. A következő hónapokban sikerült tovább tökéletesíteni a rendszert és lecsökkenteni a késést. A *GRB 030501*-ről már 30 másodperccel a villanás után rendelkezésre állt egy 4.4 pontosságú pozíció.

Négy hónappal a pályára bocsátás után sikerült először észlelni egy olyan gammakitörést, amit aztán más hullámhosszakon is detektáltak. A *GRB 030227* 2003. február 27-én következett be, és összesen 18 s-ig tartott. 50 perccel később már rendelkezésre álltak a viszonylag pontos koordináták, így az *XMM–Newton* röntgenobszervatórium 8 órával a felvillanás után észlelni tudta a röntgenutófénylést. A következő napon több 1–4 m-es optikai teleszkóp is kutatásba kezdett, és sikerült felfedezni a 23<sup>m</sup>-s optikai utófénylést, ami másfél nappal később már csak 25<sup>m</sup> volt, majd rövid időn belül mérhetetlenül halványná vált. A kitörés korai szakaszából származó gamma- és röntgenmérések arra utaltak, hogy a gammafelvillanás kezdeti szakaszában erőteljes *inverz Compton-szórás* játszódott le, ami szoros megkötéseket ad a jelenség elméleti modelljeire.

Az INTEGRAL névleges élettartama 2 év, ami 5 évre hosszabbítható. Ennek megfelelően a következő években még sokat fogunk hallani a nagy energiájú asztrofizika új eredményeiről, melyekben ez az európai űrobszervatórium kulcsfontosságú szerepet játszik.

Kiss László

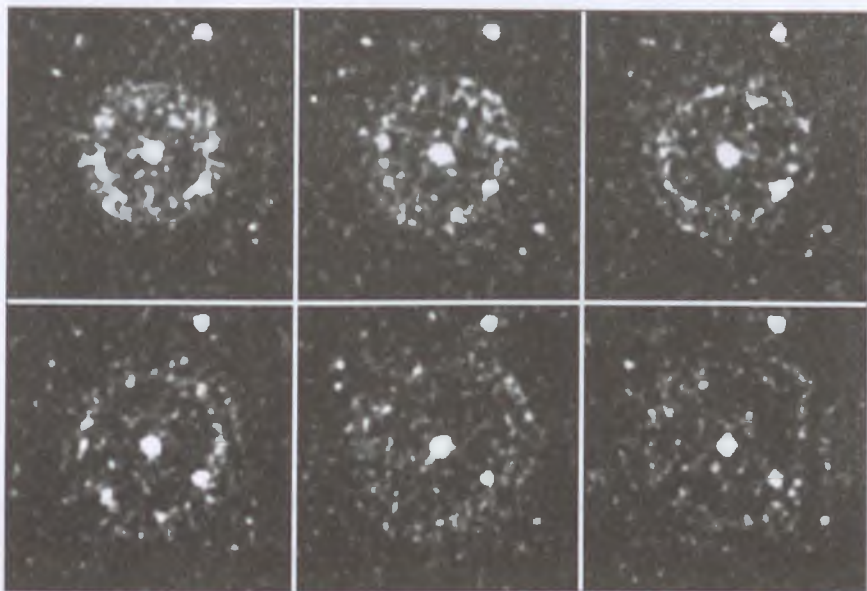
*Astronomy and Astrophysics*, 2003, **411**.

## Egy gammafelvillanás röntgenvisszfénye

2003. december 3-án, 22<sup>h</sup> 01<sup>m</sup> 28<sup>s</sup> UT-kor intenzív gammakitörést jeleztek az INTEGRAL műhold fedélzetén levő detektorok: a *GRB 031203* mintegy 30 s-ig tartott. Hat órával később elkezdődött egy 16 órás expozíció az *XMM–Newton* röntgenműszerével, ami több röntgenforrást is mutatott az INTEGRAL által megadott koordináta 2.5-es környezetében. A legfényesebb

már a mérés alatt is halványodott, így azt a GRB 031203 röntgenutófénylésé-  
ként azonosították.

Az égi pozíció alig  $5''$ -ra van a galaktikus egyenlítőtől, amelynek irányában  
sűrű porfelhők nehezítik a távoli égitestek megfigyelését. Nem véletlen, hogy  
sem optikai, sem infravörös tartományban nem sikerült detektálni a gamma-  
felvillanás utófénylését. Ugyanakkor az S. VAUGHAN által vezetett csoport  
szenzációs felfedezést tett az XMM–Newton űrszonda röntgenképei alap-  
ján: a gammafelvillanás körül két koncentrikus gyűrűből álló, lassan táguló  
haló látszott, ami a 16 órányi expozíció alatt három kisebb röntgenkamera ké-  
pein is feltűnt. Ezen idő alatt a két gyűrű sugara kb. kétszeresére nőtt, ami  
azt jelenti, hogy a kozmológiai távolságon feltűnt GRB-hez képest a halókat  
létrehozó csillagközi anyagfelhők egészen közel találhatók hozzánk. Egyszerű  
geometriai megfontolások alapján a halógyűrűket 1400 és 900 pc-re levő por-  
felhők 2–3 pc méretű tartományain szóródó gammasugárzás hozta létre. A  
szóró közeg  $0.15–0.25\ \mu\text{m}$ -es szemcsékből állhat (ez a csillagközi por átlagos  
szemcsemérete).



1.18. ábra. A GRB 031203 röntgenvisszfénye

Ez az első eset, hogy gammafelvillanás után röntgenvisszfényt sikerült ész-  
lelni. A jelenség érdekessége, hogy jó eséllyel azonosítani lehetett a visszfényt



okozó porfelhőt is. A GRB 031203 ugyanis csak pár fokra tűnt fel az égen összesen  $28''$  látszó átmérőjű *Gum-köd* központjától. A Gum-köd óriási, tágu-ló buborék a csillagközi anyagban, amelyet több szupernóva-robbanás együt-tes hatása hozott létre. A röntgenvisszfény közelebbi porfelhője a hibahatáron belül megegyezik a Gum-köd távolabbi falával, ami meggyőző érv a szórásért felelős porfelhő és a Gum-köd kapcsolata mellett. Két nappal az első észlelés után már nyoma sem volt a visszfénynek.

Kiss László

*Astrophysical Journal*, 2004, **603**, L5.

## Két fok látszó átmérőjű planetáris köd

Hosszú évekig a *Helix-köd* (NGC 7293) vezette a planetáris ködök lát-szó átmérőjének listáját a telehold fél fokos átmérőjét is meghaladó mére-tével. A *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS) égboltfelmérő program adatai itt is felülírták korábbi ismereteinket: egy nemzetközi kutatócsoport a program spektrumfelvételeit analizálva két fok átmérőjű ionizált gázfelhőt fedezett fel a PG 1034+001 jelű,  $13^m0$  fényességű fehér törpe körül, melynek távolsága 100–200 pc között van. A ködösség spektrumát a 495.9 és 500.7 nm-es tiltott oxigénvonalak uralják, amelyek mellett a  $H\alpha$  és a nitrogén tiltott emissziós vonalait is detektálták. A színekpi jellemzők egyértelműen a planetáris ködök közé helyezik az újonnan felfedezett objektumot, mely így nem csak a legna-gyobb látszó átmérőjű ilyen objektum, hanem az *Sh 2–216* után a második legközelebbi is. Egyéb paraméterei alapján a köd anyagát a PG 1034+001 kb. 100 000 évvel ezelőtt, még vörösóriás-állapotban dobta le. Jelenleg a lassan táguló gázfelhő tényleges átmérője 3.5–7 pc körüli lehet.

Kiss László

*Astrophysical Journal*, 2003, **599**, L37.

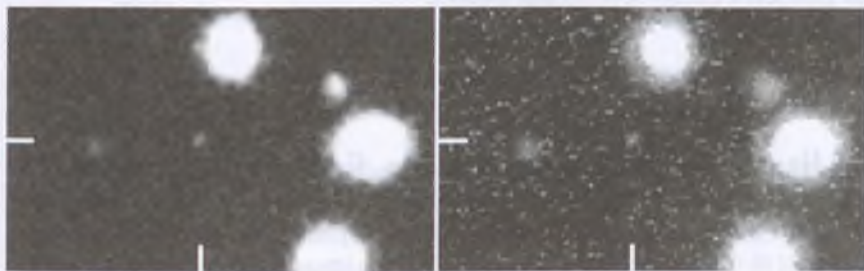
## Galaxis $z = 10$ vöröseltolódással

Az elmúlt évtized látványos eredményekre vezetett a minél nagyobb vörös-eltolódású, azaz a minél távolabbi objektumok keresése terén. A  $z = 6–7$  kö-zötti vöröseltolódású kvazárok és galaxisok annak az időszaknak a hírnökei, amikor az Univerzum mai korának még csak 10%-ánál tartott. A kozmikus háttérsugárzás mikrohullámú fotonjait kivéve az ennél távolabbi égitestek su-gárzásának észlelése rendkívül nehéz feladat. Ezt részben a sugárzás gyenge-



sége, részben pedig az infravörös tartományban fellépő mérés technikai nehézségek okozzák. A fiatal (proto)galaxisok legerősebb emissziós színeképvonala a hidrogén Lyman-sorozatának  $\alpha$  vonala, melynek laboratóriumi hullámhossza 121.6 nm.  $z = 6$  vöröseltolódás esetén ez már a vörösbe csúszik (851 nm-re), a még nagyobb vöröseltolódások pedig a közeli infravörösbe teszik a  $\text{Ly}\alpha$  vonalakat.

Egy francia – svájci – amerikai kutatócsoport – PELLÓ és munkatársai – a gravitációs lencse-hatást hívták segítségül a még nagyobb vöröseltolódású galaxisok észleléséhez. Megfigyelési stratégiájuk a következő volt. Nagy vöröseltolódású objektumok színekévének legfőbb jellemzője, hogy a  $\text{Ly}\alpha$  vonal kék oldalára eső sugárzás teljesen elnyelődik a nagy távolságon jelentős mennyiségű galaxisközi semleges hidrogénfelhőkben. Ez a *Gunn – Peterson-hatás*, amihez nem kell sok semleges hidrogén: ha a távoli objektum környezetében levő hidrogénfelhőknek akár csak 1%-a is semleges állapotban van, a  $\text{Ly}\alpha$ -nál rövidebb hullámhosszakon a fényelnyelés gyakorlatilag teljes. Ennek következtében a távoli objektumok bizonyos hullámhossz alatt teljesen láthatatlanok, e fölött viszont észrevehetőek. A láthatóság megváltozása a  $\text{Ly}\alpha$  vonal vöröseltolódott hullámhosszánál következik be.



1.19. ábra. A  $z = 10$  vöröseltolódású objektum képe, balra a JHK, jobbra az RJI sávokban

Ha egy galaxis az I fotometriai sávban (900 nm-en) még nem látszik, a J sávban (1100 nm-en) viszont már igen, akkor a  $\text{Ly}\alpha$  vonal 1000 nm környékére toldott, azaz az objektum *fotometriai vöröseltolódása* kb.  $z = 7$ . A kutatók tehát nagy határfényességű képeket készítettek a VRIJHK sávokban, 500 és 2200 nm közötti hullámhosszakon. Ez azonban még nem elég, ugyanis a nagyon távoli objektumok egyben rendkívül halványak is. Ezt kiküszöbölendő, Pelló és munkatársai olyan galaxishalmazokról készítettek képeket, melyek a mögöttük lévő, még távolabbi galaxisok és kvazárok fényét a földi megfigyelő irányába fókuszálják, azaz látszó összfényességüket felerősítik. A gravitációs lencse-hatás eredményeképpen akár  $3 - 4^m$ -val is fényesebbnek lát-

hatjuk a galaxishalmaz mögött található objektumokat, ami már láthatóvá teszi őket a jelenlegi legnagyobb teljesítményű műszereink számára.

2003 elején rendkívül jó megfigyelési körülmények mellett készítettek képeket az ESO 8.2 m-es *VLT/ISAAC* műszerével. A légköri nyugodtságot jellemző seeing még  $0''.6$  sem volt a JHK sávokban, így minden korábbinál jobb határ-fényességet sikerült elérni. Az optikai tartományt a *Hubble-űrtávcsővel* és a 3.6 m-es *kanadai–francia–hawaii teleszkóppal* fedték le. „Gravitációs teleszkópként” az *Abell 1835* galaxishalmazt használták fel ( $z = 0.253$ ). A felvételeken a galaxishalmaz magja körül több objektumot is találtak, melyek becsült fotometriai vöröseltolódása 7-nél nagyobb volt. Közülük a legígéretesebb jelöl-tet részletesen is megvizsgálták: a VLT-vel színeképfelvételeket készítettek róla. Ezek a Ly $\alpha$  vonal azonosítható volt, mégpedig 1337 nm-en, ami  $z = 10$  vöröseltolódásnak felel meg! Ha a vonalazonosítás helyes (ami valószínű, mivel eredménye tökéletes összhangban áll a fotometriai vöröseltolódással), akkor jelenleg ez a legnagyobb vöröseltolódású objektum. Fizikai paraméterei alapján valószínűleg a mai legnagyobb gömbhalmazoknál valamivel nagyobb protogalaxis, amelyben robbanásszerű csillagkeletkezés zajlik. Az ilyen és hasonló megfigyelések fontossága felbecsülhetetlen a galaxisok kialakulására vonatkozó elméletek ellenőrzése szempontjából.

Kiss László

*Astronomy and Astrophysics*, 2004, **416**, L35.

## Ultrakompakt galaxisok a Fornax-halmazban

A *Fornax galaxishalmaz* vöröseltolódása alapján 20 Mpc távolságban van tőlünk (75 km/s/Mpc értéket véve a Hubble-állandóra). A halmaz központi galaxisa az *NGC 1399*, ennek  $2 \times 2''$ -os környezetet vizsgálták a 3.9 m-es angol–ausztrál távcsőre szerelt száloptikás spektrográffal. Egyetlen felvétellel 400 égitest színeképét lehetett elkészíteni. A megfigyelési lehetőségeknek ez a bősége arra indított kutatókat, hogy a vizsgálatba olyan csillagszerű égitesteket is bevonjanak, amelyeket  $1''$ -nél kisebb látszó átmérőjük alapján korábban csillagoknak véltek.

Meglepetésre a vizsgált csillagszerű égitestek közül legalább 7 nem csillag, hanem ultrakompakt galaxis. Ha az *NGC 1399*-hez tartoznak, abszolút fényességük  $M_V \approx -11^m$ , ez éppen a normális törpegalaxisok fényességének alsó határa, de az *NGC 1399* gömbhalmazainál jó  $3^m$ -val fényesebbek. Felületi fényességük határozottan kisebb, mint a törpe elliptikus galaxisoké, mintha talán törpegalaxisok haló nélküli magjai volnának. Méretük legfőljebb 100 pc. A

felületi fényesség –  $M_V$  diagramon határozottan elkülönülnek az itt található 37 elliptikus törpegalaxistól, amelyeknek magja is van.

Az előzetes eredmények nyomán a Hubble-űrtávcsővel, az ESO egyik 8 m-es távcsővével és a 10 m-es Keck-teleszkóppal is megvizsgálták az itt talált ultrakompakt galaxisokat. Az az összkép alakult ki, hogy a kompakt galaxisok új osztályának első példányaikat sikerült felfedezni. Méretük és dinamikai hovatartozásuk alapján galaxismagok, amelyeket a befogó galaxis árapályereje „levetkőztetett”, megfosztott attól a csillagnépességtől, mely a magjuk körül a befogás előtt még megvolt. A gravitációsan erősebben kötött, kompakt magot azonban az árapályerők nem tudták szétszedni.

A felfedezésben kulcsszerepet játszott az, hogy spektroszkópai vizsgálatokat és nagy szögfelbontású képalkotó megfigyeléseket egyaránt végeztek. A közeli galaxishalmazokban, például a *Virgoban* is fel lehet majd fedezni az ilyen ultrakompakt galaxisokat, de csak mindkét fajta megfigyelés egyidejű végzésével. Ha csupán az egyik észlelési módszerrel dolgoznak – manapság gyakorlat –, akkor az ultrakompakt galaxisok igen könnyen összetéveszthetők az óriás elliptikusok körül található gömbhalmazokkal.

Barcza Szabolcs

*Nature* 2003. május.

## Hármas galaxismag az IC 1695-ben

Az *Abell 193* galaxishalmaz legfényesebb galaxisa az *IC 1695*. A közelmúltig úgy tudtuk, hogy ennek az elliptikus galaxisnak két magja van, ez a szám azonban most háromra nőtt.

Kettős mag eddig sem számított ritkaságnak a galaxishalmazok legfényesebb tagjánál, ezt általában a galaktikus kannibalizmus számlájára írták. Elméleti megfontolások alapján az óriás elliptikus galaxisok tényleg befoghatnak kisebb galaxisokat, végül el is nyelhetik azokat, s ezután már csak az elnyelt galaxis magja látszik még egy ideig. Ennek az elképzelésnek azonban ellentmondanak a megfigyelt relatív sebességek: a két mag a legtöbb esetben olyan gyorsan mozog egymáshoz képest, ami kizárja azt, hogy kötött rendszert alkossanak. Mintha csak véletlenül haladna el egymás mellett a két mag. Nyitva marad persze az a kérdés, hogy miért éppen a galaxishalmaz legfényesebb tagjaiban fordul elő gyakran a kettős, de dinamikailag nem kötött mag.

Az *IC 1695*-ben az UK infravörös teleszkópjának felvételén találtak egy harmadik magot is. Ezután a Hubble-űrtávcső archív felvételéből is sikerült nagyon éles képet kapni. A magok tényleg jól elhatárolódnak, és egymástól legfeljebb 20 kpc távolságra vannak. Fontos még, hogy mindhárom mag



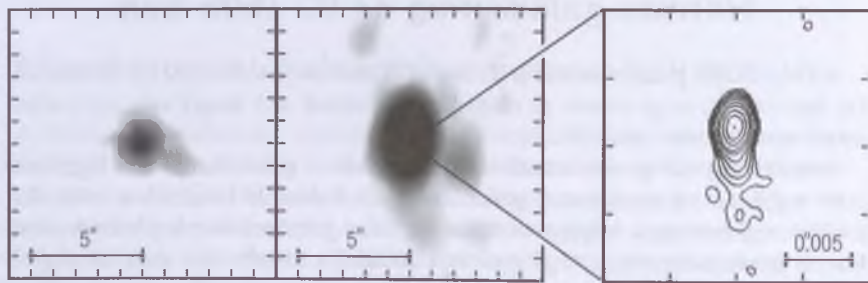
vöröseltolódása  $z = 0.048 \pm 0.001$ , tehát itt gravitációsan kötött magokat sikerült találni. Ez bizonyítja, hogy a galaktikus kannibalizmus tényleg létezik, s a számítások szerint egy ilyen konfiguráció legalább egymilliárd évig fennállhat teljes egybeolvadás nélkül.

Barcza Szabolcs

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2003. szeptember.

## A legtávolabbi röntgenkilövellés egy kvazárból

A *Chandra* röntgenszűrőteleszkóp mesterséges holddal a *GB 1508+5714* jelű távoli, fényes kvazárt (vöröseltolódása  $z = 4.3$ ) figyelték meg. A magtól kb.  $3''$  távolságban egy halvány komponenst találtak, amelyet a kvazár központi részéből kiinduló anyagkilövelléssel (csóvával) hoznak összefüggésbe. Az amerikai *VLA* rádióteleszkóp-hálózat évekkel ezelőtti archív adatainak újrafeldolgozása során a rádiótartományban is megtalálták a röntgensóva megfelelőjét. Ismeretes, hogy az aktív galaxismagok ma elfogadott modellje alapján a központi fekete lyukba behulló anyag egy része az anyagbefogási korong forgástengelyének irányában nagy sebességgel elhagyja a fekete lyuk környezetét. A mágneses térben spirálzó, relativisztikus plazma jellegzetes szinkrotronsugárzást bocsát ki, amely pl. a rádiótartományban kitűnően észlelhető.



1.20. ábra. A *GB 1508+5714* kvazár képe röntgentartományban a *Chandra* felvételén (balra), illetve a *VLA* 1995-ben hasonló felbontással készült 1.4 GHz-es rádióképén (középen). Jobbra a kvazár központi vidéke 5 GHz-es rádiófrekvencián, az amerikai *VLBA* rádióteleszkóp-hálózattal 1998-ban készített képen, az előzőekhez képest közel ezerszeres nagyítással. Érdekes, hogy a központi rádiókifűvés iránya a magtól távolodva jelentősen eltérül

A röntgenkilövellést felfedező kutatók a jelenséget úgy értelmezik, hogy a közel fénysebességgel mozgó elektronok a kozmikus háttérsugárzás fotonja-



ival ütköznek. Az ütközés során kapott energia a fotonokat a röntgentartományba löki (*inverz Compton-szóródás*). A jelenség közelebbi kvazárok esetén sokszor megfigyelhető. A mechanizmus fő érdekessége, hogy ha vannak ilyen röntgenkilövellések, akkor azoknak bármilyen vöröseltolódás mellett is látszaniuk kell. A felületi fényességük  $(1+z)$  negyedik hatványával arányosan csökken ugyan, de a háttérsugárzás fotonjainak energiasűrűsége ugyanígy nő. Így a két hatás semlegesíti egymást, s elvileg az is előfordulhat, hogy a nagyon távoli kvazár „magjának” röntgensugárzását már nem is látjuk, de a jet észlelhető. (Más kérdés, hogy könnyű-e azonosítani az ilyen objektumokat.) Mindenesetre a keresés folytatódik: ismert, jellegzetes rádiókilövelléseket mutató távoli kvazárokat céloz, amelyeknél a legvalószínűbb lehet a jelenség.

Frey Sándor

*Astrophysical Journal*, 2003. november, 2004. január;

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2003. november.

## Különlegesen nagy tömegű gravitációs lencsék

Napjainkban mintegy 80 olyan kvazár ismert, amelyeknek a képét a gravitációs-lencse-hatás megtöbbszörözi. Ez a jelenség akkor figyelhető meg, amikor majdnem pontosan a kvazár látóirányába esik egy olyan nagy tömegű előtérobjektum (galaxis, galaxishalmaz), amelynek gravitációs hatása a háttérből érkező elektromágneses sugárzás irányát megfigyelhető mértékben megváltoztatja. Bizonyos kozmológiai modellek szerint a Világegyetem legnagyobb méretű összetevőinek, a galaxishalmazoknak a kialakulásakor a hideg, sötét anyagnak hatalmas tömegekben kellett koncentrálnia. A számítások szerint az ilyen nagy tömegű objektumok mögött lévő kvazárok gravitációs-lencse-hatás során keletkezett képei akár  $7''$ -nél is nagyobb távolságra lehetnek egymástól. Az elsőként megfigyelt ilyen kvazár, az *SDSS J1004+4112* szinképvonalainak vöröseltolódása  $z = 1.734$ , két legtávolabbi képének szögtávolsága pedig  $14''.62$ . Ez a szög már olyan nagy, hogy a képeket létrehozó lencse nem lehet a „közönséges” barionos anyag galaxis méretű koncentrációja, hanem annál sokkal nagyobb tömegű. A lencseként azonosítható halmaz galaxisainak vöröseltolódása 0.68.

A felfedezést követő néhány héten belül már meg is dőlt az új rekord: kiderült, hogy a *2QZ J1435+0008* jelű kvazár ( $z = 2.378$ ) két képe az égbolton egymástól  $33''$  szögtávolságra látszik. Az eddigi megfigyelések összhangban vannak azzal a kozmológiai elképzeléssel, hogy a Világegyetem ma látható nagyléptékű szerkezetének kialakulása során az egyelőre rejtélyes, de minden bizonnyal létező hideg (vagyis lassan mozgó részecskékből álló) és sötét (azaz

elektromágneses sugárzás által nem megfigyelhető) anyag meghatározó szerepet játszott.

Frey Sándor

*Nature*, 2003. december;

*Astrophysical Journal*, 2004. április;

*American Astronomical Society* 203. ülése, 2003. december.

## Miért hideg a Hubble-áram?

Egyre több galaxis színeképvonalainak vöröseltolódását mérik meg manapság, egyre fokozódó pontossággal. A megfigyelések szerint a *Hubble-áram*, a galaxisok távolodási sebességének térbeli eloszlása nagyon egyenletes, ezért mondjuk, hogy a Hubble-áram *hideg*. A távolodási sebességek 1.5 és 3 Mpc távolságok között legfőljebb 30 km/s szórást mutatnak, ami a Hubble-törvényhez képest kevesebb mint 20 százalék. Nagyobb távolságokon, körülbelül 300 Mpc-ig hasonló a helyzet, de itt helyénvaló az óvatosság, mert a távolságmérés bizonytalansága jelentős torzulást hozhat be.

Több kozmológus keresi ennek a nagyfokú egyenletességnek az okát. A legegyszerűbb módszer numerikus modellszámításokat végezni a galaxisok, galaxishalmazok mozgására, és keresni a mozgásegyenleteknek azokat a kezdeti feltételeit, amelyek a legjobban visszaadják a ma megfigyelt sebességmezőt. Az ilyen számításokból az a meglepő eredmény adódott, hogy 10–12 milliárd éve, amikor a Hubble-áramlás „indult”, a környékünkön teljesen más sebességviszonyok voltak. Mintha a kezdetben kavargó áramlás az idő során simult volna ki a mai egyenletességre. Ez azért nem túl rokonszenves következtetés, mert nem ismerünk olyan kölcsönhatást a galaxisok, galaxishalmazok között, amely a helyi sebességkülönbségeket ilyen mértékben képes lenne kisimítani, erre ugyanis a gravitációs erő önmagában nem elegendő. Emellett a mikrohullámú háttérsugárzás egyenletessége azt sugallja, hogy a Világegyetem anyageloszlása a kozmológiai múltban is igen homogén volt.

Marad tehát itt is a sötét anyag, sötét energia feltevése, amelyek gravitációs illetve tágulást okozó hatása lehet a rendező erő. Ez azonban sokak számára egyáltalán nem megnyugtató, hiszen miféle természettudományos magyarázat az, ami a ma megfigyelt állapotot olyan hatóerőknek tulajdonítja, amelyek egyelőre 95%-ban láthatatlanok a mai megfigyelők számára?! Máshogy kifejezve: a Világegyetem anyagából 5%-ot látunk, s ebből arra vagyunk kénytelenek következtetni, hogy még van további 95% százalék, aminek a tanulmányozására eddig nem volt módunk, noha az Univerzum alakításában kulcsszerepet játszik.

Joggal vetődik fel a kétely, hogy talán nem állanak elég szilárd talajon a következtetéseink, amikor homogén és izotrop világmodellekkel akarjuk magyarázni a jelenleg észlelt Világegyetemet. Ezek a világmodellek mestersegesen kettéosztják az univerzumot 5:95 arányban. Lehet, hogy ez csak a modellek tulajdonsága, de nem a valódi világé. Esetleg jobb elméleti modelleket kellene felállítani a jelenleg divatos leegyszerűsítettek helyett? Az azonban már most is bizonyos, hogy a jelenlegi megfigyelési eredmények alapján a hipotetikus sötét anyagra vonatkozó feltevések közül a legkézenfekvőbbeket el kell vetni. Vagy új elméleti modellek szükségesek az Univerzum tágulásának magyarázatára, vagy egyre raffináltabb modellek kellenek az eddig még nem látott, hipotetikus sötét anyagra — ez most a kozmológusok dilemmája.

*Barcza Szabolcs*

*Astrophysical Journal* 2003. június;

*Astronomy and Astrophysics* 2004. február.

Kereszturi Ákos–Simon Tamás

## Asztrobiológia

### Bevezetés

Napjaink egyik legizgalmasabb tudományközi területe az *asztrobiológia*, más néven *bioasztronómia* vagy *exobiológia*. Célja, hogy közelebb kerüljünk a Földön kívüli élet felfedezéséhez, valamint az élet kialakulásának és alapvető tulajdonságainak megértéséhez. Talán furcsán hangzik mindez, amikor még a földi élet fogalmára sem tudunk megnyugtató definíciót adni – néha azt sem tudjuk eldönteni, hogy adott képződmény biogén vagy abiogén folyamatok eredménye. Mi köze ehhez a csillagászatnak, és mire jó egyáltalán a hangzatos nevű tudományterület?

Az asztrobiológia kifejezést az elsők között G. A. ТИХОВ (1875–1960) orosz csillagász használta 1957-ben, amikor távcsővel életnyomokat keresett a Marson, H. STRONGHOLD (1898–1987), az Egyesült Államokban élő orvosbiológus cikkeiben pedig 1953 körül jelent meg a kifejezés.

Az utóbbi évtizedben sok olyan ismeret birtokába jutottunk, amelyek átalakították a Földön kívüli életről vallott felfogásunkat. Ezek közül a legfontosabbak:

1. bolygórendszerek keletkezésének megfigyelése;
2. exobolygók felfedezése;
3. bebizonyosodott, hogy a folyékony víz gyakoribb más égitesteken, mint korábban feltételeztük;
4. az élet szélsőséesebb körülményeket is kibír, mint korábban gondoltuk.

Csak az 1990-es évek óta vannak olyan konferenciák, ahol csillagászok, planetológusok, geológusok, mikrobiológusok, genetikusok és más tudományterület képviselői egyszerre jelennek meg, és próbálják eredményeiket közös cél érdekében szintetizálni. A közös cél pedig – ahogyan azt Almár Iván megfogalmazta – annak megválaszolása, hogy az élet az Univerzumban szabály vagy kivétel. Az asztrobiológia valójában nem egy új tudományág, inkább közös nyelv, amelynek segítségével távoli szakterületek kutatói tudnak együtt dolgozni. Maga a kifejezés hűen adja vissza a mögöttes tartalmat: a csillagok keletkezésétől az életig terjedő út lépéseit próbáljuk megérteni.



A Földön kívüli élet kutatásának sok eredménye nem is a világűrből, hanem magáról a Földről származik. Az utóbbi években világossá vált, hogy az élet igen „szívós”: szinte nincs olyan mostoha hely a Földön, ahol egyszerű formái – főként baktériumok és *archeák*<sup>1</sup> – ne élnének. A különleges környezeti feltételek között élő szervezetek – a *szélsőségekkedvelők*, *extremofilek* – benépesítik a hőforrásokat, a sarkvidéki jégtakaró alatti tavakat, a tundra örökké fagyott talaját, a mélytengeri füstölgők környékét, a különleges vegyi adottságú helyeket, sőt mélyen, a földkéreg kőzeteiben is megélnek. A szélsőségekkedvelő élőlények információval szolgálnak a földi élet korai fejlődéséről, és hozzájuk hasonló élőlényeket más égitesteken is érdemes keresni. Vizsgálattal megtanuljuk, milyen alaktani, geokémiai és biokémiai jegyek alapján ismerhetők fel a mai vagy egykori élőlények. A következőkben e kutatások eredményeiből adunk rövid összefoglalót, nem tévesztve szem előtt, hogy csak az általunk ismert földi vagy ahhoz hasonló élet lehetőségét és megjelenési formáit vizsgáljuk – más lehetséges életformákról ugyanis nincs tapasztalatunk. Az ajánlott irodalom mellett a szövegen belül több olyan magyar nyelvű cikket is megemlítettünk, amelyben egy-egy részkérdésről bővebb összefoglaló olvasható.

## A csillagközi anyag fejlődése

Az asztrobiológia által vizsgált anyagfejlődés a csillagokban, illetve a szupernóva-robbanásokkor zajló „fémgyártással” veszi kezdetét. (Az asztrofizikában a héliumnál nehezebb elemeket összefoglaló néven fémeknek szokás mondani). E témában számos cikk jelent meg magyar nyelven<sup>2</sup>, ezért erre nem térünk ki részletesen. A Világegyetem története során a csillagközi anyag fémtartalma a csillagkeletkezés és csillagfejlődés melléktermékeként egyre növekedett.

Az anyagfejlődés következő állomása a csillagok belsejében legyártott elemek kombinálódása, ami a molekulafelhőkben kezdődik. A molekulafelhőkben a különálló atomok véletlen találkozásai során kisebb molekulák állnak össze. Ezek további atomokkal vagy egymással összekapcsolódva egyre összetettebb molekulák épülnek fel. Az ultraibolya sugárzás a nagyobb molekulákat aktív részekre, gyökökre hasíthatja, és ezek további felépülési folyamatok alapanyagai lesznek. E folyamatok eredményeként akár bonyolult molekulák is keletkezhetnek. Kulcsszerepe van még a molekulafelhőkben lévő szilárd porszemcsék felületén és belsejében zajló reakcióknak. Ezekben az elektro-

1. A sejtmag nélküli egysejtűek egy fontos csoportja, később bővebben lesz róluk szó.

2. *Csillagászati évkönyv 1998*, 160. o.; *Csillagászati évkönyv 2000*, 169. o.; *Meteor 2001*, 7–8, 37. o.

mágneses illetve kozmikus sugárzásnak szintén fontos katalizáló szerepe van. A keletkező molekulák skáláját tovább növeli, hogy a felhők anyaga áramlik, és egy-egy porszemcse az idők folyamán egyre újabb kémiai környezetbe kerülhet. Laboratóriumban is sikerült megfigyelni, hogy ha extrém hideg jégsemcséket töltött atomi részecskékkel sugároztak be, belsejükben szerves anyag képződött. A rádiócsillagászati kutatások pedig már több tucat szerves molekulát, köztük a legegyszerűbb aminosavat, a glicint is kimutatták a csillagközi térben.

A molekulafelhőkben keletkezett szerves építőkövek koncentrációja azonban még mindig alacsony, és a környezet is túl hideg a bonyolultabb kémiai összetevők kialakulásához. A továbblépéshez nagyobb koncentráció és magasabb hőmérséklet kell, amire a csillagkeletkezéshez kapcsolódó bolygókeletkezés ad lehetőséget<sup>3</sup>. A protoplanetáris korongban növekvő bolygócsírák belsejében a radioaktív és összeállási hő a szerves molekulák egy részét lebontja. A szerves anyagok legyártását mégsem kell előlről kezdeni, mivel a lebomlás csak a nagy bolygócsírákban következik be, és ott sem teljes. A kisebb objektumok összeálláskor a hőmérséklet nem emelkedik jelentősen, ezekben a lebomlás elhanyagolható. Ezért fontos, hogy a kisebb égitestek (kisbolygók, üstökösök, meteoroidok) a bolygókeletkezés végén jelentős számban hullanak a bolygókra. Ez a Naprendszer történetében „nagy bombázásnak” nevezett folyamat számottevő mennyiségű vizet és szerves anyagot juttat a nagyobb égitestek felszínére.

A kialakuló bolygórendszerek jellemzőit elméleti modellek, valamint a Naprendszer és az exobolygók tanulmányozása alapján körvonalazhatjuk. A bolygók fejlődése szempontjából fontos új ismeret, hogy a nagy bolygócsírák pályarezonanciák révén hatnak a többi égitestre<sup>4</sup>. A Föld típusú bolygók felszíni vízkészletét például az óriásbolygók is befolyásolják: az üstökösök pályájának módosításával megnövelik a Föld típusú bolygók zónájába jutó üstökösök számát, és így a velük való ütközés valószínűségét. A bolygókeletkezés során instabil rendszerek is születnek, ahol egyes tagok kirepülnek, vagy távol keletkezett objektumok a központi égitest közelébe jutnak.

## A bolygók fejlődése

Az anyagfejlődés következő szakaszát — kissé félreérthetően — bolygófejlődésnek nevezik. Itt természetesen nem csak a szorosan vett bolygókról van szó. Asztrobiológiai szempontból lényeges a holdak, a nagyobb kisbolygók és

3. *Csillagászati évkönyv 2003*, 206. o.; *Csillagászati évkönyv 2004*, 170. o.; *Meteor 2002*, 2, 6. o.; *Meteor 2003*, 9, 8. o.

4. SÁNDOR ZSOLT: *Rezonanciák bolygórendszerekben*.

az üstökösmagok fejlődése is. Minket tehát most mindazok az égitestek érdekelnek, amelyek tömegük miatt nem válhatnak csillagokká vagy barna törpévé. A csillagkeletkezésnek ezek a „melléktermékei” természetes kémiai laboratóriumok: koncentrálnak bennük a nehéz elemek, az egyes égitesteken uralkodó eltérő körülmények között változatos végtermékek keletkeznek, az alacsony hőmérséklet pedig lehetővé teszi, hogy a kialakult szerves anyagok megmaradjanak, ne bomoljanak le újra.

Egy ilyen égitesten az anyagfejlődés eljuthat a prebiotikus, esetleg a biotikus szintig, ez azonban sok olyan tényezőtől függ, amit ma még kevésbé ismerünk:

### *Bolygórendszeren kívüli hatások*

A szerves anyag fejlődését a galaktikus környezet is erősen befolyásolhatja. A galaktikus árapálymező, a nagy tömegű molekulafelhők és a közeli csillagok gravitációs hatása befolyásolja az üstökösfelhő objektumainak mozgását és így a bolygókat érő becsapódások számát, gyakoriságát. A közeli csillagok, szupernóva-robbanások sugárzása befolyásolja a légköri és a felszíni kémiát (a Földön például lebontja az ózont, és így a felszínen megerősödik az ultraibolya sugárzás, ugyanakkor segíti a szerves anyagok kialakulását). Egy bolygórendszer főleg spirálkarokon áthaladva érhet erős sugárzás, ahol sok a nagy tömegű csillag, és emiatt gyakori a szupernóva-robbanás. Egy aktív galaxismag, vagy a még kevésbé ismert gammakitörések hatása szintén növeli a részecske-sugárzást.

### *Bolygórendszeren belüli hatások*

Ide tartozik a központi csillag és a bolygórendszer többi kisebb égitestjének befolyása. Az égitest éghajlatát befolyásolja a központi csillag sugárzása, hold-rendszerekben pedig eleinte a központi óriásbolygó hatása is fontos. A Nap részecskesugárzása (a napszél) a környező csillagközi anyaggal kölcsönhatva alakítja ki a helioszférát, amelyen belülre — és így a bolygók felszínére — csak kevés csillagközi anyag kerül. Ehhez hasonló egy óriásbolygó magnetoszférája, ami holdjait a napszél, illetve a csillagszél részecskéitől védi. A gravitációs kölcsönhatások, perturbációk megváltoztathatják az égitestek pályáját, és akár végleg ki is lökhetnek egy objektumot a rendszerből. Az egymással rezonanciában keringő égitestek belseje az árapályhatás révén melegekedhet, ami vulkáni tevékenységhez vezethet. Egy nagy hold csökkenti a bolygó forgástengelyének térbeli billegését, azaz stabilizálja az éghajlatot; emellett árapályhatása lassítja a bolygó tengelyforgását<sup>5</sup>.

A bolygó saját tulajdonságai közül fontos a tömeg és a kémiai összetétel. A bolygó annál melegebb lesz, minél több a radioaktív izotóp a belsejében

5. *Meteor*, 2000, 6, 15. o.



és minél nagyobb az átlagsűrűsége (egy adott tömeghez nagyobb átlagsűrűség esetén kisebb hővesztő felszín tartozik). A hőtől a jég vízzé olvad, a belső olvadás hatására erősödik a vulkanizmus és a lemeztektonika, ezek pedig gyorsítják a bolygó anyagának globális körforgását. Ha a bolygó magja vasat tartalmaz, a radioaktív hőtől megolvadt vasmagban mágneses tér alakulhat ki, ami védi a bolygó felszínét a napszéltől és a kozmikus sugárzástól. A belső hő nem csak radioaktív eredetű lehet, hanem származhat geokémiai folyamatokból, árapály-deformációkból vagy belső differenciálódás során átalakuló helyzeti energiából. Az égitest légköre megszűri az elektromágneses és részecske-sugárzást. Az elektromágneses sugárzás különböző tartományokban mutatott áteresztőképessége hatással van a felszíni hőmérsékletre (pl. üvegházhatás).

Látható, hogy sok folyamat eredője befolyásolja egy bolygó fejlődését, ezért nehéz általános fejlődési utakat körvonalazni. Feltételezhetjük, hogy a belső aktivitás a tömegtől függ, ezért a nagyobb tömegű Föld és Vénusz felszíne tovább maradt aktív, mint a kisebb tömegű Marsé. A belső és külső hatások kölcsönhatására a Vénusz mutat példát: a kis naptávolság és az erős vulkáni aktivitás olyan visszacsatolást eredményezett, amelytől a szén-dioxid jelentős része a légkörbe került és az üvegházhatás által tovább forrósította a bolygó felszínét. A Földön is van annyi szén-dioxid, mint a Vénuszon, de itt az alacsonyabb hőmérsékleten a vízből karbonátok formájában kivált és ma kőzeteket alkot.

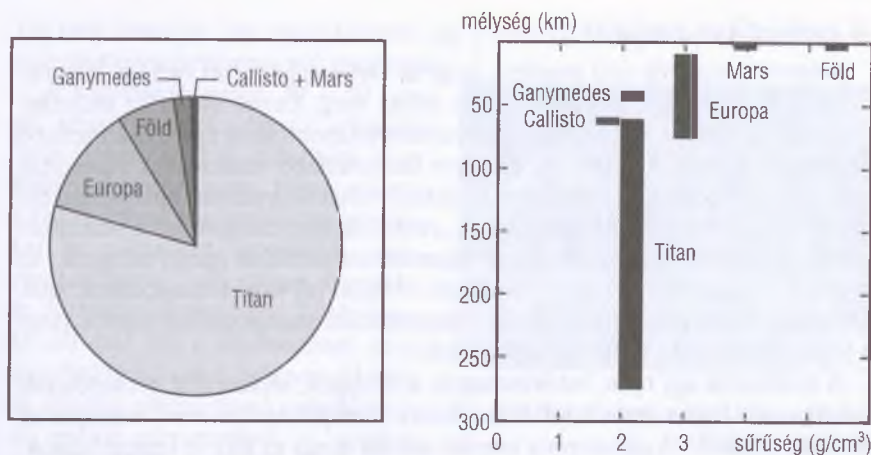
Az asztrobiológiában igen elterjedt a „Kövesd a vizet!” stratégia. A víz jó nyomjelző, mert csak bizonyos hőmérséklet- és nyomástartományban folyékony, oxigéntartalma pedig egyéb nehéz elemek jelenlétére utal. A Föld típusú bolygók víztartalmát tekintve egy hűlő és egy melegedő fejlődési út körvonalazható. A víz a fejlődés előrehaladtával a Marson egyre mélyebben (ma a felszín alatt 4–6 km-re), a Vénuszon egyre magasabban (ma a légkörben 40–60 km magasan) maradhat meg tartósan cseppfolyós állapotban. A két szélsőség közötti középutat a Föld képviseli, ahol a felszín jelentős részét cseppfolyós víz borítja.

A gravitációs kölcsönhatások kapcsán említhetők a becsapódások, amelyek három szempontból fontosak: Kezdetben (a nagy bombázási időszakban) vizet és szerves anyagot hoznak a bolygókra<sup>6</sup>. Emellett a becsapódástól felszabadult vízgőz és szén-dioxid növeli a légkör mennyiségét, üvegházhatása pedig melegedést okoz. A kirepült és légkörben lebegő por viszont kevesebb fényt enged a felszínre, ami hűléssel jár<sup>7</sup>. A becsapódásokkal — igen kis mennyiségben — anyagot is cserélnek az égitestek, ami elméletileg akár élőlényeket is vihet egyikről a másikra.

6. *Csillagászati évkönyv 2002*, 155. o.

7. *Meteor*, 2001, 4, 17. o.





2.1. ábra. A víz előfordulása a Naprendszer szilárd felszínű égitestjein és azok belsejében

## A földi élet nyomában

Az anyagfejlődés legkevésbé ismert lépése az élet megjelenése. A Földön kívüli, de a földihez hasonló élet utáni kutatáshoz elengedhetetlen, hogy válaszoljunk a következő kérdésekre: Mi az élet, pontosabban mi az általunk ismert élet? Hogyan alakult ki ez az élet? Milyen volt a korai evolúciója? Milyen extrém viszonyokat képes elviselni? Ahhoz, hogy egy organizmust „földi értelemben” élőlénynek tekintsünk, a következő feltételeknek kell egyszerre teljesülniük:

1. legyen közel (de nem abszolút) hibamentesen másolható örökítő anyaga (templát);
2. határoló hártáival (membránnal) függetlenedjen a környezettől;
3. legyen önszabályozó anyagcsere-rendszere;
4. legyenek benne a kémiai folyamatokat gyorsító molekulák (katalizátorok).

Mai ismereteink szerint ezek a legalacsonyabb szerveződési szinten a sejt-mag nélküli egysejtűekben, a prokariótákban (baktériumok, archeák) teljesülnek. A vírusok viszont már nem tesznek eleget a 3. pontnak, csupán burokkal védett genetikai információk, melyek más élőlényben csak önreprodukcióra képesek. A Föld 4.6 milliárd évvel ezelőtt keletkezett, és jelenlegi ismereteink szerint ezután meglepően gyorsan kifejlődött az élet. Az első élőlények 3.5–4 milliárd évvel ezelőtt jelenhettek meg a Földön. Az persze már jóval nehezebb kérdés, hogy ez hogyan zajlott.

## A prebiotikus evolúció

Számos bizonyíték szól amellett, hogy az élet megjelenését néhány százmillió éves kémiai (prebiotikus) fejlődés előzte meg. Ennek során az ósőceánban illetve a vizes környezetben lévő vulkáni központoknál egyre összetettebb szerves molekulák keletkeztek és egyre bonyolultabb reakcióutak valósultak meg. Itt is működött a természetes szelekció: a hatékonyabban önreprodukáló anyagok és folyamatok terjedtek el. A „reakciók ilyen csatájához” a reakciófeleleteket szilikát- és agyagásványok valamint vas-szulfidok (pirit) adhatták; az energiát pedig villámlások, UV-sugárzás, vulkáni hő vagy becsapódások szolgáltatták. A komplexebb molekulák fennmaradása szempontjából fontos, hogy a légkör ekkor még redukáló jellegű volt.

A molekulák egy része üstökösmagok, kisbolygók, meteoritok becsapódásával érkezett. Egyes meteoritok belsejében a fehérjék építőelemei, aminosavak is megtalálhatók. A *pánspermia elmélet* szerint maga az élet is becsapódásokkal került a Földre — ami nem kizárt, de csak elodázza (más égitestre helyezi) az élet kialakulásának kérdését. Az ősi Föld környezeti viszonyait modellező 1953-as *Urey–Miller-kísérlet* során sikerrel szintetizáltak aminosavakat. Később, hasonló kísérletekkel cukrok, zsírsavak, sőt a nukleinsavakban lévő purin- és pirimidinbázisok (a DNS és RNS molekulák fontos alkotórészei) abiogén képződését figyelték meg. Ez azt jelenti, hogy az élet számára minden fontos makromolekula építőkockája létrejöhett az ősi Földön.

Ezután azonban komoly hézag tátong tudásunkban: a nagy kérdés, hogy a prebiotikus kémia folyamatai miként alakult át az élőlényekre jellemző, nukleinsavak és fehérjék összehangolt működésén alapuló biokémiává. Hogyan álltak össze az építőkockák hatalmas biomolekulákká: fehérjékké és nukleinsavakká? És hogyan történt meg ezek összehangolódása? Jelenleg még arra sincs elfogadott magyarázat, hogyan maradhatott stabil egy ribóz molekula ( $C_5H_{10}O_5$ ), nemhogy egy teljes RNS vagy DNS...

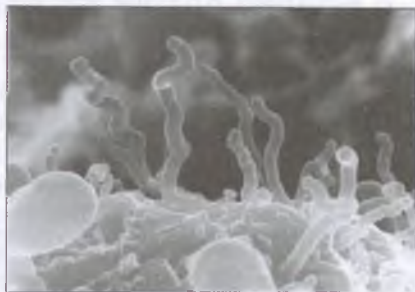
## RNS-világ, nanobaktériumok és marsi „baktériumok”

Feltételezzük, hogy a prebiotikus kémiai zűrzavarból az RNS-molekulák emelkedtek ki győztesen, mivel hatékonyan másolták önmagukat. Bizonyított tény, hogy egyes RNS-eknek enzim aktivitásuk, azaz a reakciókat katalizáló hatásuk is van. Így a kémiai evolúció során egyszerre működhetek templátként és katalizátorként. Ez volt az *RNS-világ*, amelynek néhány elemét kísérletekkel is igazolták (egyes RNS-típusok a „kémcsőben zajló evolúció” során uralomra jutnak és elszaporodnak). Az egykori győztes RNS-ek lehetnek az első igazi replikátorok („gének”), és nem kizárt, hogy valamilyen módon már függetlenedtek a környezettől, létrehozva az első *ribo-organizmusokat*. A ribo-organizmusok hipotetikus „élőlények”, mai képviselőiket vagy kövületei-

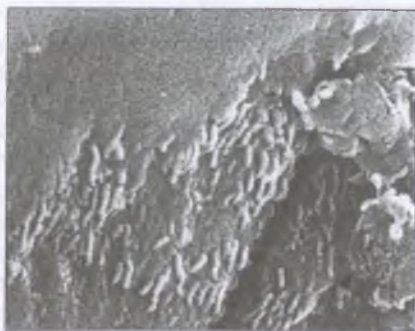
ket nem ismerjük, bár egyes kutatók úgy gondolják, hogy a nanobaktériumok e kezdetleges életforma mai megfelelői.

A nanobaktériumok 20–150 nm-es képződmények. Nevük ellenére 2004-ig nem sikerült kideríteni, hogy élőlények avagy nem. Mindenesetre a baktériumokhoz hasonlóan gömböket és pálcikákat formálnak, gyakran találhatók csoportosan, láncokba és fürtökbe rendeződve. Több kutató állt már elő a bejelentéssel, hogy nanobaktériumokat fedezett fel szinte minden elképzelhető helyen (még az emberi szervezetben is), amelyeket sikerült tenyészteni, sőt az élethez szükséges kémiai nyomokra (enzimekre és nukleinsavakra) bukkanni bennük. Ezek az eredmények azonban egyelőre vitatottak. Nagy kérdés, hogy egyáltalán beleférne-e a nanobaktériumokba az általunk ismert élethez szükséges biokémiai-genetikai apparátus. Ahhoz, hogy egy élőlény önfenntartó funkciókat végezzen és szaporodjon, kellenek bizonyos alkotórészek, amelyek helyet igényelnek. A ma elfogadott nézetek szerint a 200 nm az a mérethatár, amely alatti dolog nem tekinthető élőnek, legalábbis az általunk használt értelemben.

Az ALH84001 jelzésű, marsi eredetű meteoritban olyan alakzatokat találtak, amelyek hasonlítanak a földi baktériumokra. Ha méretüket (20–200 nm) is figyelembe vesszük, a fenti nanobaktériumokhoz lehetnek közeleiek. Ha sikerül eldönteni, hogy a földi nanobaktériumok valóban élőlények-e, akkor a marsi élet kérdésében is előbbre juthatunk. Másként fogalmazva: elég nagyok-e a meteoritban talált „valamik”, hogy földi értelemben is élőlényeknek tekinthessük azokat? Esetleg egykori marsi riboorganizmusokkal van dolgunk, és az anyag fejlődése csak addig jutott el bolygószomszédunkon?



2.2. ábra. Elektronmikroszkópos felvétel nanobaktériumokról



2.3. ábra. Elektronmikroszkópos felvétel az ALH84001 meteorit belsejében található képződményekről



## Az egyetemes ős megjelenése

A feltételezett RNS-világ nem maradt sokáig uralmon. Az egyre komplexebbé váló fehérjék jobban működtek katalizátorként, a DNS pedig stabilabb volt templátként. Nem valószínű, hogy a DNS az RNS előtt jelent meg, mert a dezoxiribóz önmagában instabilabb a ribóznál. Nukleinsavként viszont a DNS a stabilabb — ha pedig egyszer megjelent, megbízhatóbban védte az információt. Az RNS tehát — bár egyszerre lehetett templát és katalizátor — igazából egyik szerepre sem optimális, és „két szék között a földre került”.

Annak tárgyalása, hogy a DNS és a fehérjék hogyan hangolódtak össze a mai tökéletes rendszerré, meghaladja cikkünk kereteit. A fehérjeszintézis mai apparátusa egyfajta védelmet, a környezettől való elhatárolást is igényelt. Először talán foszfolipidekből (a sejthártyákat felépítő zsírszerű anyagokból) álló réteggel lezárt *félsejtek* alakultak ki a kőzetek pórusaiban. Később a transzportfolyamatok megjelenése után leszakadhattak a kőzetek felszínéről és hártájuk összezáródhatott, kialakítva a mai sejtek elődeit.

Mintegy 3.5–4 milliárd éve létrejöhetett az általunk ismert élet első képviselője, az a hipotetikus élőlény, amely az *utolsó egyetemes közös ős* (*Last Universal Common Ancestor, LUCA*) nevet kapta. Ebben a membránnal (esetleg sejtfallal) határolt organizmusban valósult meg először a DNS–fehérje egység (DNS alapú genetika és fehérjeenzimek együttese), az önmagát szabályozni képes anyagszere, az energiát a kötéseiben tároló ATP-alapú energia-háztartás és az osztódással történő szaporodás. De hol keressük LUCA nyomait?

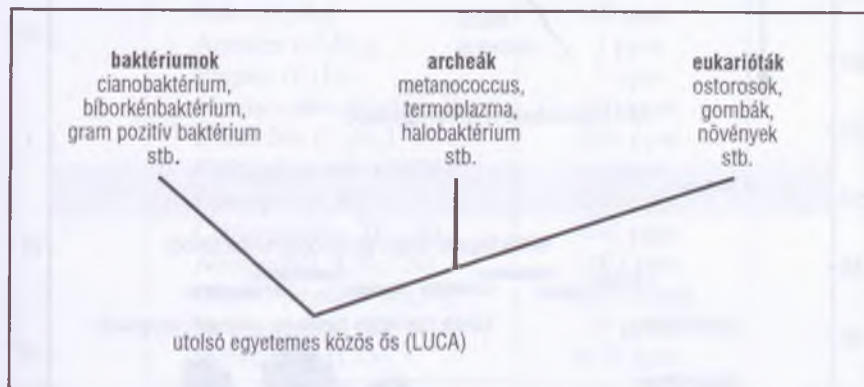
## Extremofilek, archeák

Ha az egyetemes ős után nyomozunk, akkor a legkülönösebb környezeti viszonyok között élő szervezetek, a *szélsőségekdedelők* (*extremofilek*) közé kell merészkednünk [1., 2.]. Itt főként sejtmag nélküli élőlényeket (baktériumokat és archeákat) találunk, legfontosabb csoportjaik: a *hőkedvelők* (*termofilek* és *hipertermofilek*) [3.], a *savkedvelők* (*acidofilek*), a *lúgkedvelők* (*alkalifilek*), a *sókedvelők* (*halofilek*), valamint a *hidegkedvelők* (*psychofilek*).

Az élet kialakulása és korai fejlődése szempontjából a legjobban ismert szélsőségekdedelők, a hőkedvelők a legfontosabbak. Ide a termofilekhez a 45°C feletti hőmérsékletet elviselő szervezeteket sorolják, 80°C feletti környezetben már hipertermofilekről beszélünk. Az 1960-as években a Yellowstone-park hőforrásaiból került elő az első 70°C felett is megélő faj, a *Thermus aquaticus*. Az 1970-es évektől kezdve a mélytengeri füstölők környékén számos további fajt is találtak [4.], 2004-ben mintegy 50 hipertermofil is ismerünk, köztük a csúcstartó a 121°C-ot is elviselő *Pyrodicticum occultum*. Egyelőre nem ismerjük a hőtűrési felső határát, bár sokan feltételezik, hogy ez 150°C körül lehet. Több



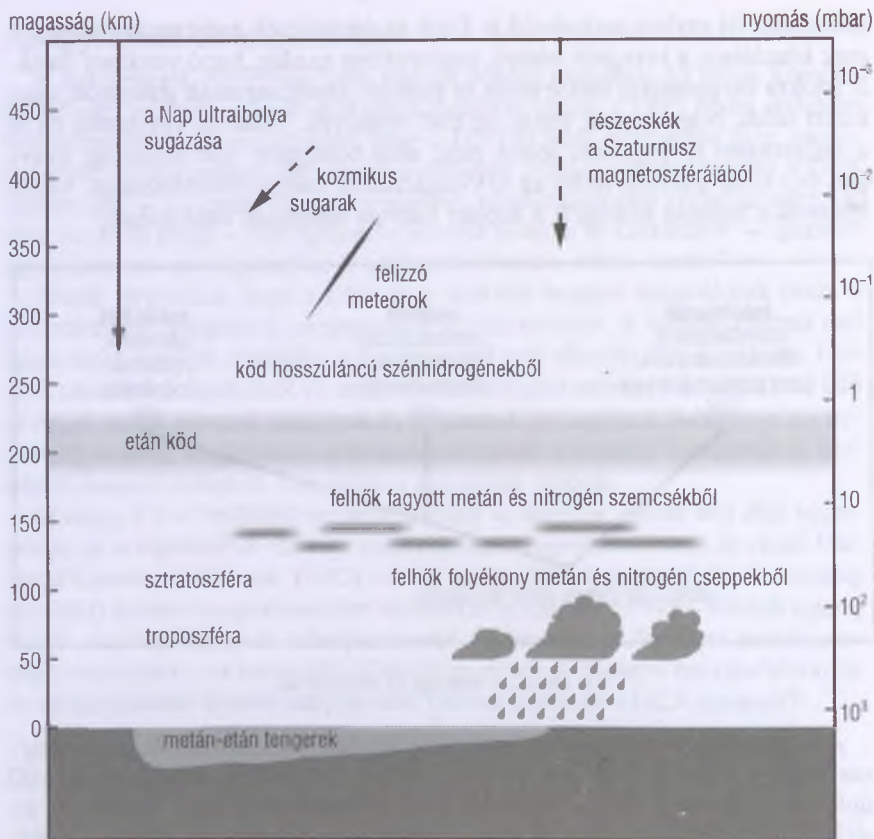
hőkedvelő faj egyben savkedvelő is. Ezek az óceánfenék mélytengeri füsttölgőinek közelében, a kéregből feltörő, ásványokban gazdag, forró vizekben élnek. E fajokra ősi genetikai szekvenciák és primitív anyagsereutak jellemzők, nem kizárt tehát, hogy ilyenek voltak az első élőlények. Talán az egyetemes ős is a mélytengeri füsttölgőknél jelent meg, ahol bőségesen volt tápanyag, energia, és vastag vízréteg védte az UV-sugárzástól, meteoritbombázástól. Vajon léteznek-e hasonló füsttölgők a Jupiter Europa holdjának óceánjában?



2.4. ábra. Az élővilág fő birodalmai

A hagyományos nézet, amely szerint az élővilág a baktériumok és sejtmagvas élőlények (*eukarióták*) birodalmára osztható, az 1970–1980-as évek fordulóján ingott meg. Ekkor derült ki, hogy a prokarióták egyik csoportja, az *archeák* különválasztása a legmagasabb rendszertani szinten is indokolt, tehát külön birodalmat képeznek. Újabb elméletek szerint az *eukarióták* az *archeák*ból fejlődtek ki, a baktériumok és az *archeák* pedig közös őstől származnak. Az *archeák* az egyetemes őshöz legközelebb álló élő kövületek lehetnek.

Egyetemes ős közvetlen leszármazottai ma is hatalmas mennyiségben tenyésznek bolygónkon. Az utóbbi 20 évben kiderült, hogy a tengeraljzat és a szárazföldek kőzeteit kemosztetizáló (azaz kémiai energiaforrást használó) baktériumok milliárdjai népesítik be. A kőzetfúrások több kilométer mélyről is élő baktériumokat hoztak fel. Két km-nél mélyebben a hipertermofilek uralkodnak: 110°C körüli hőmérsékleten 4 km-rel a szárazföld felszíne, vagy 7 km-rel a tengerfenék alatt is tenyészhetnek. Nem kizárt, hogy a felszín alatt mintegy tízszer annyi szerves szén rejtőzik ezekben a baktériumokban, mint amennyi az egész felszíni bioszférában. Az élet tehát a Földön mindent „megfertőzött” – ha pedig ennyire szívós, talán más égitesteken is kialakult és fennmaradt.



2.5. ábra. Egyszerűsített szelvény a Titan légköréről

## A Titan asztrobiológiai potenciálja

Az egyes égitesteknek az élet kialakulása szempontjából fontos jellemzőit együttesen *asztrobiológiai potenciálnak* nevezzük. A Naprendszerben az élet szempontjából legérdekesebb égitestek a Földön kívül: a *Titan*, az *Europa* és a *Mars*. A Titan nem elsősorban az élet kialakulása szempontjából fontos, hanem a prebiotikus folyamatok tanulmányozása miatt. Légkörében ugyanis szerves anyagok szintézise zajlik, felszíne alatt pedig a Naprendszer legnagyobb vízóceánja rejtőzhet. Egy hold méretű laboratórium, amelyben az élet kialakulása előtti folyamatok vizsgálhatók.

A Titan fejlődéstörténetét modellekkel próbáljuk leírni. Az összeállás és a belső differenciálódás során felszabaduló hó a víz nagy részét megolvaszthat-

2.1. táblázat. A Titan légkörében azonosított összetevők

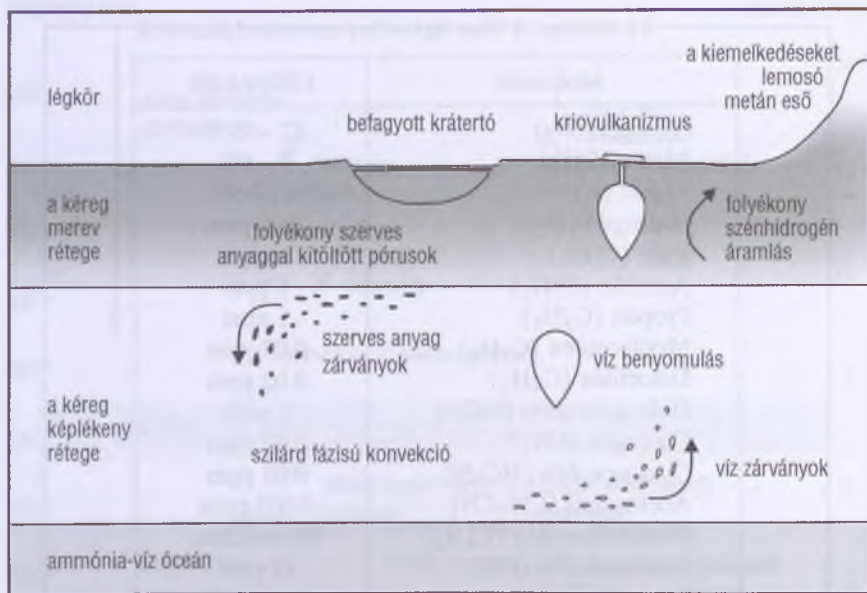
Molekula	Előfordulás
Nitrogén ( $N_2$ )	82 – 99%
Metán ( $CH_4$ )	1 – 6%
Argon (Ar)	<1 – 6%
Hidrogén ( $H_2$ )	2000 ppm
Etán ( $C_2H_6$ )	20 ppm
Acetilén ( $C_2H_2$ )	1 ppm
Propán ( $C_3H_8$ )	1 ppm
Metilacetilén ( $C_3H_4$ )	0.03 ppm
Diacetilén ( $C_4H_2$ )	0.02 ppm
Hidrogéncianid (HCN)	1 ppm
Cianogén ( $CN_2$ )	0.02 ppm
Cianoacetilén ( $HC_3N$ )	0.03 ppm
Acetonitril ( $CH_3CN$ )	0.003 ppm
Diciano-acetilén ( $C_4N_2$ )	nyomokban
Szén-monoxid (CO)	50 ppm
Szén-dioxid ( $CO_2$ )	0.01 ppm

ta. Aztán a globális hűlés miatt vastagodó jégkéreg a vízóceánt egyre jobban elszigetelte a légkörben talán már akkor is keletkező szénhidrogénektől.

A Titan felszínén lévő metán- és etántavak felületéről kipárolgó metán a légkörben aktív gyökökre bomlik. Ezek aztán hosszúláncú szerves molekulákba kapcsolódnak, és nagyobb fajsúlyuk miatt elkezdene lefelé hullani. A molekulákba a légköri nitrogén is beépülhet, így elméletileg egyszerű aminosavak is létrejöhetnek. A kémiai átalakulásokat az alábbi folyamatok válthatják ki: a Nap ultraiolya sugárzása; a kozmikus sugárzásból származó, valamint a Saturnusz magnetoszférájában mozgó töltött részecskék bombázása; a légkörben elizzó meteorok hője és az aeroszolokhoz kapcsolódó légköri elektromos jelenségek (felületi elektrosztatikus reakciók, forró villámcsatornák). Az aktív légkörj folyamatokra utalnak a Titan légkörében kimutatható szerves reakciótermékek, és a néhány óra alatt kialakuló, majd eloszló konvektív metánfelhők is<sup>8</sup>.

A Titan felszínét valószínűleg fagyott vízjég alkotja, itt 95 K hőmérséklet és 1.5 atmoszféra nyomás uralkodik. A megfigyelések arra utalnak, hogy a felszínen folyékony metán-etántavak lehetnek, de folyékony szénhidrogének a felszín alatti porózus jég belsejében is előfordulhatnak. Elméleti megfonto-

8. Meteor, 2000, 10, 12. o.



2.6. ábra. A Titan belső szerkezetének modellje az asztrobiológiailag érdekes helyszínekkel

lások alapján mintegy 100 km mélyen pedig egy kb. 200 km vastag vízóceán kezdődik. A Titan becsült ammóniatartalma és feltételezett belső hője miatt egy hideg óceán is folyékony lehet benne. A szerves anyagok fejlődése szempontjából azok a legérdekesebb helyek, ahol a légkörben keletkezett szerves molekulák és a víz találkozhatnak. Erre az alábbi esetekben van elméleti lehetőség:

1. a jégkéregben a felszín közeléig felnyomulhat a *hidromagma*, azaz a folyékony víz;
2. a jégkéreg szilárd fázisú konvekciója során a jég a felszínről szénhidrogéneket szállíthat a mélybe;
3. a meteoritbecsapódások alkalmával a becsapódási hőtől a kráterekben ideiglenesen megolvad a jég;
4. a jégkéreg alatti óceánba az égitest magjából lassan felfelé is vándorolhatnak ősi szénhidrogének.



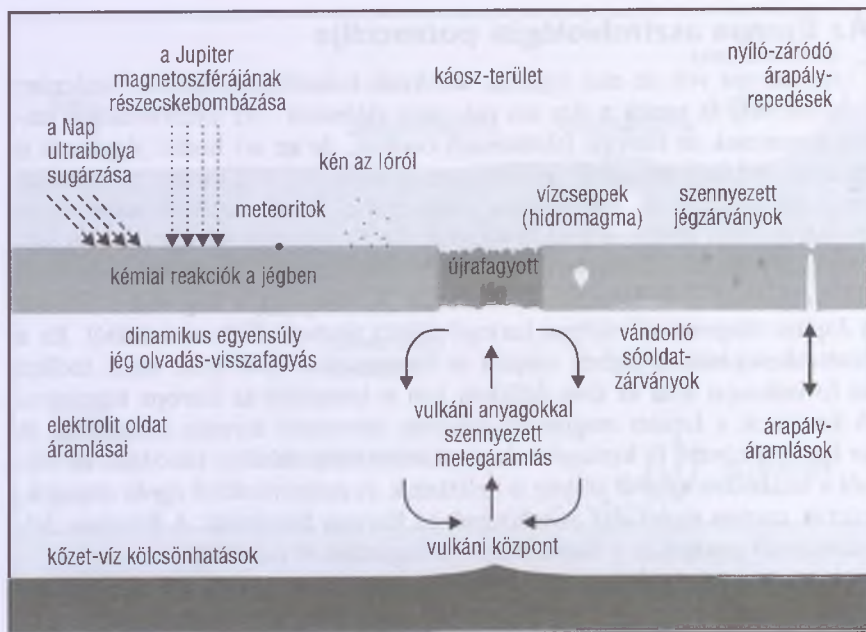
## Az Europa asztrobiológiai potenciálja

Az Europa volt az első jéghold, amelynek belsejében folyékony vízóceánt feltételeztek, és ennek a léte ma már igen valószínű<sup>9</sup>. Az asztrobiológia számára nemcsak az Europa feltételezett óceánja, de az azt borító jégpáncél is érdekes. A kéreg anyaga főleg vízjég, nyomokban kén, kén-dioxid, néhány hidratált ásvány, kénsav, hiperoxidok, magnézium- és nátriumkarbonátok valamint e két fém szulfátjai is előfordulnak. Az Europa rendkívül ritka légkörét oxigén alkotja, ami a felszínről szublimáló, majd a Nap ultraibolya sugárzásától széthasadó vízmolekulákból keletkezik. A ritka légkör alig védi a felszínt a Jupiter magnetoszférájában keringő töltött részecskék bombázásától. Ez a részecskesugárzás a jégben oxigént és hiperoxidiont hoz létre. Ezek mellett az Io vulkánjai által az űrbe pöfékelt kén is lerakódik az Europa felszínére. A kénionok a Jupiter magnetoszférájának erővonalai mentén mozognak, és az Europa követő (a keringés irányával ellentétes) oldalára rakódnak le. Eből a lerakódott kénből kénsav is keletkezik. A meteoritokból egyéb anyagok, köztük szerves molekulák is rakódnak az Europa felszínére. A felszínen felhalmozódó anyagokat a Nap ultraibolya sugárzása is módosítja.

A meteoritbecsapódásoknak többféle hatása is van: a mechanikai és hőhatás mellett a lökéshullámtól keletkező piezoelektromos jelenségek feszültségkülönbséget keltenek az átmenetileg vezetővé vált jégben. Hasonló piezoelektromos hatás lép fel az árapály eredetű elmozdulások alkalmával is. A sugárzás a felszínen gyilkos intenzitású, de a jégben gyorsan elnyelődik, és kb. 10 m mélységben már nyoma sincs. A jégbe jutó elektromágneses sugárzás a nappali oldalon a *szilárd fázisú üvegházhatással* maximum  $10^0$ -kal melegíti fel a felső 7–8 cm-es réteget. Ez a felmelegedés egy adott helyen a hold 3.55 napos tengelyforgási idejének megfelelő periódussal jelentkezik. A felszínhez közel képződő anyagok a jégkéreg lassú áramlásával mélyre is eljuthatnak, ennek a körforgásnak a sebessége nagyságrendileg a földi lemeztektónikáéhoz hasonló. A jégkéreg vastagságára a jelenlegi becslések 10–20 km-t adnak. A hold egyenlítője közelében ennél vékonyabb lehet, mert az árapályhő főleg az egyenlítő közelében szabadul fel. A jég vastagsága időben sem állandó, mert az Europa pályájának excentricitása miatt változik a holdra ható árapályerő, és így a belsejében felszabaduló árapályhő mennyisége is.

A jégpáncél érdekes képződményei a *káosz területek*, valamint a velük rokon sötét foltok, *makulák*, *fakulák* és az Europa nevezéktanának egyéb „kaotikus” elemei. Ezek valószínűleg ugyanazon jelenség eltérő léptékű megnyilvánulásai. Az óceán fenekén a vulkáni hőforrások felett a meleg víz feláramlik, a jégpáncélt elérve elvékonyítja azt, néhol bele is nyomul. Az óceánban lévő

9. Csillagászati évkönyv 2004, 159. o.



2.7. ábra. Asztrobiológiai szempontból lényeges folyamatok az Európán

„szennyező anyagok” a vizet sötét színűre festik. Ezért amikor a jégbe benyomult hatalmas víztömegek megfagynak, sötét folt marad a helyükön. A fagyás során (a földi tengeri jéghez hasonlóan) betöményedő, magas sótartalmú oldat, *brine* keletkezhet. Mivel ez nagyobb sűrűségű a jégnél, süllyedni próbál. Ezt a folyamatot a tömény sóoldatot tartalmazó üreg teteje és alja közötti kis hőmérséklet-különbség is segíti. Nagy és meleg vízáramlatok felett a jég akár 1–3 km-re is elvékonyodhat, táblákra törhet, amelyek a vízben elmozdulnak. Így keletkeznek az összetört jéghegyekből álló, sötét szennyező anyaggal kevert *klasszikus káosz-területek*.

A jég alsó határa is érdekes, itt dinamikus egyensúlyi helyzetben időnként olvadás, máskor fagyás történik. Fagyáskor közel vízszintes helyzetű, lapos jéggrétegek is keletkeznek, köztük folyékony sósvíz-zárványokkal. A jég alatt szintén betöményedő víz sós „nyúlványok” formájában áramlik lefelé. Változékony mikrokörnyezetek vannak az árapályhatástól periodikusan nyíló és összezáródó törések mentén is. Az anyagok mozgását a jég belsejében mechanikai folyamatok is befolyásolják: az összenyomódás felfelé préselheti a vizet, míg a tágulás helyén a jég a benne lévő, „külvülről” származó anyagokkal együtt lesüllyedhet.

A legérdekesebb környezet természetesen maga az óceán, amelynek vize a geokémiai modellek alapján oldott állapotú, vulkáni eredetű szén-dioxidot, kén-dioxidot, szén-monoxidot és metánt tartalmaz. Az óceán fenekén feltételezett vulkáni központoknál a földi szélsőségekdelő élőlények élőhelyeihez hasonló körülmények lehetnek (vízzel érintkező kőzetfelszín és vulkáni hő). Az alábbi helyeken és folyamatok során változatos összetételű anyagok keletkezhetnek: az óceánfenéki kőzet–víz kölcsönhatások helyén, egyes helyeken ehhez még vulkáni tevékenység során keletkező hő és kibocsátott vulkanikus anyagok is társulnak; a jégpáncél alsó, olvadó-fagyó határán; az óceánban a Jupiter magnetoszférájának hatására létrejövő elektrolit-áramláshoz kapcsolódó elektrokémiai reakciókban. A felszínen keletkezett oxidált molekulák a jégburok lassú mozgása és olvadása révén az óceánba jutnak. Itt a vulkáni eredetű redukált gázokkal keveredve kémiaiilag aktív környezetet alakítanak ki. Az elméleti modellek alapján nagyságrendileg 100 000 éves időskálán keveredhet az óceán felső és alsó rétegeinek vize egymással.

Az Europa (és a Mars) szempontjából érdekes földi analógia a 14 000 km<sup>2</sup> területű, 1800 km<sup>5</sup> térfogatú *Vosztok-tó* [5.]. Ez a tó az Antarktisiz 3700 m vastag jégtakarójának alja és a kőzetfelszín között van, vastagsága átlagosan 125 m, a maximális érték 510 m, kora 0.5–1 millió év lehet. Ugyancsak érdekes analógia a szintén antarktiszi *Dry Valley*, ahol a 20 méter vastag jégborítás alatti tócsákban cianobaktériumok élnek – igaz az Europa jégburkolatánál melegebb környezetben.

Az óriásbolygók életük elején az összeállás és a belső differenciálódás miatt felmelegszenek, erős hőszugárzást bocsátanak ki. A Jupiter – fejlődésének ebben a szakaszában – megolvaszthatta az Europa ősi jégpáncélját (ha akkor is volt neki), és erős üvegházhatást produkáló vízpáralégkört, az alatt pedig szigeteket nélküli, globális óceánt hozott létre. Később, amikor csökkent a Jupiter hőszugárzása, ennek az óceánnak a teteje befagyott, azonban a vízbe keveredett fagyáspontcsökkentők, valamint a Jupiter és a többi hold árapályhője a kéreg alatt fenntartotta az óceánt. A kváziperiodikus pályaváltozások miatt változik a felszabaduló árapályhő mennyisége, amitől az óceánfenéki vulkanizmus, a jégkéreg vastagsága és az azt tördelő tektonikus tevékenység jellege is módosul.

## A Mars asztrobiológiai potenciálja

A Naprendszer égitestjei közül a Mars egykori és mai felszíni viszonyai állnak legközelebb a földiekhez. A Mars bemutatását az 1990-es években elterjedt „kövesd a vizet” vezérfonal alapján végezzük. A bolygó fejlődését alapvetően az határozta meg, hogy kialakulásakor mekkora volt a tömege. A Földnél



jóval kisebb bolygó a radioaktív bomlással keletkezett belső hőjét a tömegéhez viszonyítva nagyobb felszínen keresztül sugározta ki, ezért gyorsabban hűlt, mint a Föld. A gyengébb gravitációs erőterben a légkör gázai is könnyebben elszöktek. A gyorsabb hűlés miatt korán – kb. 3.8 milliárd éve – megszűnt a magban dinamóhatással létrejövő globális mágneses tér. Ennek hiányában a napszél is jelentősen hozzájárult a légkör fogyásához. Egy kisebb tömegű bolygónak vastagabb a kőzetburka, ami legfeljebb csak kezdetben teszi lehetővé a globális lemeztektonika működését. A kéregmozgások hiányában pedig a felszínen kiváló anyagok (pl. a jég) nehezen kerülnek vissza az anyag körforgásába és így a légkörbe is. A vulkanizmus hője és gázkibocsátása megolvasztaná a jeget, gázokat juttatna a légkörbe, és az üvegházhatással melegítené a bolygót, ez azonban a Mars gyors hűlése miatt szintén korábban alábbhagyott [6.].

A Marson asztrobiológiailag kedvező felszíni körülmények főleg az első néhány százmillió évben lehettek. Az idős vízfolyásnyomok és az egykori északi óceán létezésére utaló jelek alapján ekkor folyékony víz volt a bolygón<sup>10</sup>. Ugyanakkor ez nem jelentett feltétlenül „meleg” éghajlatot. A Nap fősorozati csillagként kezdetben halványabb volt, mint ma. Az éghajlati modellek nem is adnak a folyékony víz megmaradásához szükséges hőmérsékletet az ősi Mars felszínén. Úgy tűnik, ezt az ellentmondást az sem oldja fel, ha vastagabb légkört és több üvegházhatást okozó gázt feltételezünk. Sok modellszámítás ugyanis olyan eredményt adott, hogy egy ilyen légkörben több fényvisszaverő felhő is keletkezik, így kevesebb elektromágneses sugárzás jut a felszínre. Egyesek a szén-dioxidon kívül más ősi, üvegházhatást okozó gázokat, valamint erős vulkáni aktivitást is feltételeznek a Marson. Egy másik lehetőség, hogy a Marson kezdetben is csak néha volt víz, például amikor egy-egy nagyobb becsapódás nyomán visszahulló izzó törmelék megolvasztotta a felszíni jeget. Az északi óceán pedig időszakosan töltődött csak fel, és gyakran fagyott jég borította<sup>11</sup>. Az ellentmondásra egyelőre nincs elfogadott magyarázat.

A marskutatók másik nehézsége a *karbonátparadoxon*. Az ősi vízben a légköri szén-dioxid ugyanis karbonátos kőzeteket alkotott volna – ilyenek azonban a Marson nem találhatóak. Ennek egy lehetséges megoldása, hogy ezek a vizes időszakok rövidek voltak, és más kémiai reakciók voltak az uralkodók, mint azt ma feltételezzük. De az is elképzelhető, hogy vulkáni eredetű kén-dioxid savas környezetet hozott létre, és ez megakadályozta a karbonátok kiválását.

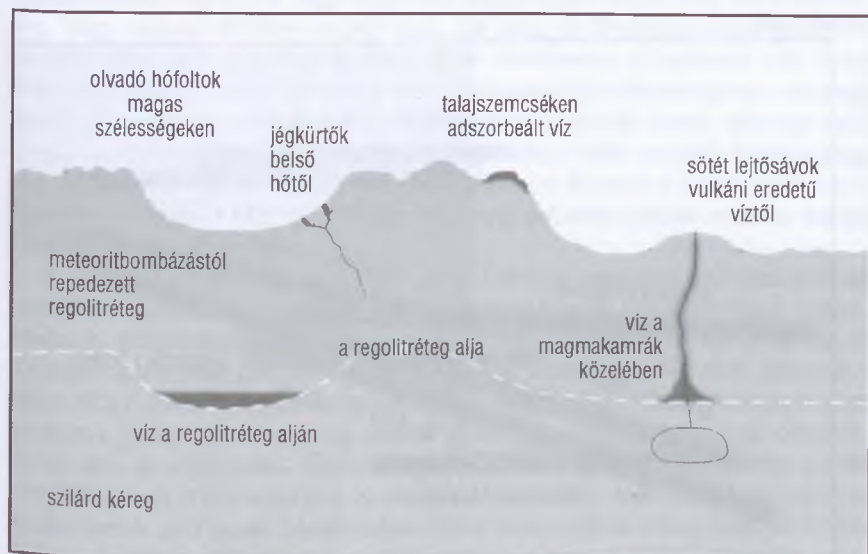
Fejlődésének későbbi szakaszában lassú, globális hűlés jellemezte a Marsot, amit csak átmeneti felmelegedések szakítottak meg. Ezeket a felmelegedése-

10. *Csillagászati évkönyv 2004*, 159. o.

11. *Meteor*, 2000, 1, 15. o.



ket részben belső hatások okozták: a vulkánokból illetve vízfeltörések alkalmával kibocsátott gázok megnövelték az üvegházhatást. Részben azonban külső hatások játszottak szerepet a magasabb hőmérsékletű időszakokban, amikor megváltozott a felszínre jutó napsugárzás eloszlása. A Marsnak nincs nagy holdja, amely a forgástengely térbeli helyzetét stabilizálná, ezért tengelyének hajlásszöge  $0-50^\circ$  között változhat. Amikor a forgástengely a legnagyobb szöget zárja be a pályasíkjára állított merőlegessel, a pólussapkák megolvadhatnak, vagy elpárologhatnak. Tehát helyenként és időszakosan, a bolygó fejlődésének későbbi szakaszában is lehetett folyékony víz a Marson. A tartósan cseppfolyós víz azonban az idők folyamán egyre mélyebbre húzódott a bolygó kérgének anyagában. A víz ma feltételezett lelőhelyei a 2.8. ábrán láthatók. Közülük a legújabban megismertek a *Hellas-medencében* megfigyelt meleg folatok. A feltételezések alapján ezek *jégkürtők*, ahol a vulkáni hő barlangokat olvaszt a jégben.

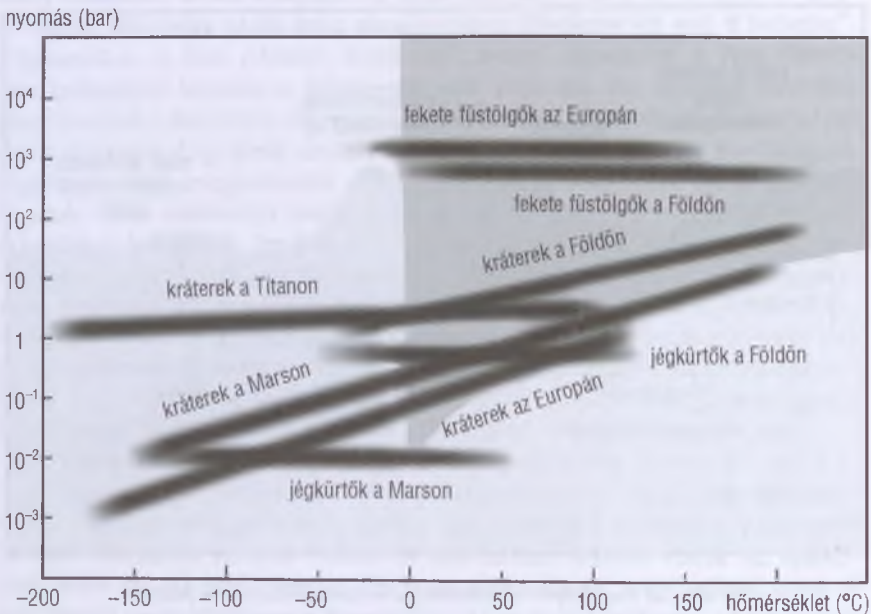


2.8. ábra. A cseppfolyós víz feltételezett előfordulásai a mai Marson

Sokáig ellentmondásos volt a víz nyomainak kutatása is. A bolygó körül keringő űreszközök felvételein sok vízfolyásnyom látszott, a felszín kémiai vizsgálatait (Viking—1, —2, MPF összetétel vizsgálatait, az ősi tengerrel kitöltött *Valles Marineris*ben megfigyelt, vizes közegben egyébként elbomló olivin jelen-

léte) nem utalt még ősi vízre sem<sup>12</sup>. Ezt a dilemmát oldották fel a *Spirit* és az *Opportunity* új eredményei<sup>13</sup>.

A Mars sarkvidéki területei is érdekesek: itt a felszínen halmozódik a jég és a hó, ami a pályaelem-változások során, a nagy tengelyferdeség idején megolvadhat. HORVÁTH ANDRÁS és munkatársai szerint sötét olvadékfoltokat okozó hasonló jelenségre évszakosan ma is sor kerül, ami nem kizárt, hogy biogén tevékenységhez kapcsolódik [7.]. Érdekes külön kiemelni a becsapódásos kráterek szerepét. Kráter keletkezésekor a *krioszféra* (a kéreg azon része, ahol a repedéseket jég tölti ki) megolvad, a robbanástól a kőzetek összetörnek. A repedésekben cirkuláló víz és a nagy kőzetfelületek között reakciók történnek, ha pedig a kráter mélyedését is tó tölti ki<sup>14</sup>, akkor a befagyó felszín alatt sokáig folyékony maradhat a víz. Az ilyen helyeken a körülmények hasonlóak ahhoz, mint amilyeneket a földi élet keletkezésénél feltételeznek. Az egykori marsi krátertavak létrejele üledékes feltöltések utalnak.



2.9. ábra. A kráterek, a vulkáni központok nyomás- és hőmérsékletviszonyainak összehasonlítása az egyes égitesteken a víz fázisdiagramja segítségével. A víz a világhosszúságon belül van cseppfolyós állapotban

12. Csillagászati évkönyv 2002, 164. o.; *Meteor*, 2000, 12, 18. o.

13. Lásd a *Mars Odyssey* eredmények című hírt.

14. *Meteor*, 2001, 1, 12. o.

Míg a Mars felszíne alatti repedésekben uralkodó viszonyok több földi élőlénynek is megfelelnek, a felszínen rosszabb a helyzet. Itt erős az ultraibolya sugárzás, és a kozmikus sugarak töltött részecskéi záporoznak az űrből. A felszínen lévő erős oxidánsok (pl. hiperoxidion) pedig minden szerves anyagot (így a kondrit meteoritokban érkezőket) is lebontják. Néhány méter mélyen azonban már kedvezőbb a helyzet. A felszín alatti viszonyokra modellek és a Marsról származó meteoritok tanulmányozása alapján következtethetünk. A marsi meteoritok olyan összetett környezetről tanúskodnak (szerves anyagok, víz, vulkáni hó, sugárzásoktól mentes, változatos és változékony kémiai környezet), amely kedvezhet az élet kialakulásának.

Ezzel a kérdéskörrel kapcsolatban lángolt fel az eddigi leghevesebb vita a marsbéli élet lehetőségéről<sup>15</sup>. A vita rámutatott az asztrobiológiai kutatások egyik komoly problémájára: igen nehéz a mikroszkopikus életformák kövületeinek azonosítása, amivel a mikropaleontológia foglalkozik. Ma egy dinoszaursz-csigolyáról vagy megkövült kagylóhéjról senki nem vonja kétségbe, hogy egykori élőlény maradványa. De még az ilyen kövületek esetében is több évszázadnak kellett eltelnie, mire általánosan elfogadottá vált, hogy ezek valóban elpusztult élőlények testének vagy élettevékenységének nyomait őrzik. Napjainkban hasonló vita zajlik a mikrofossziliák terén. Mintegy száz olyan kövületet ismerünk, amelyek bizonyíthatóan földi eredetű baktériumok sok millió, illetve több milliárd éves maradványai. Mindez a marsi meteoritok kapcsán 1996-ban, DAVID MCKAY és társai publikációjának nyomán került reflektorfénybe [8].

A nagy port felkavart elgondolás az *ALH84001* marsi eredetű meteoritban talált képződmények együttes jelenlétét egykori biogén tevékenységgel magyarázta. A meteoritban olyan sokgyűrűs, aromás szénhidrogéneket (PAH-okat) találtak, amilyenek gyakran maradnak vissza elpusztult élőlények elbomlása után. Ezen kívül kimutattak benne vizes környezetben kivált karbonátokat, ezekben pedig olyan nem egyensúlyi ásványegyütteseket, amelyek élettevékenységre is utalhatnak. Találtak továbbá olyan apró, vonal mentén elrendeződött magnetitkristályokat is, amikhez hasonlókat a földi *magnetotaktikus baktériumok* gyártanak. Mindezekon túl a meteoritban felismerhetők voltak a földi baktérium-fossziliákra emlékeztető szerkezetek is. Bár ezeknek a jellemzőknek mindegyike kialakulhatott abiogén úton is, együttes jelenlétükre a szerzők az élettevékenységet találták legvalószínűbb magyarázatnak. A kérdéskörben azóta sem született általánosan elfogadott álláspont, sőt mára a *Nakhla* valamint a *Shergotty* marsmeteoritokban is hasonló életnyomokat azonosítottak.

15. Csillagászati évkönyv 2002, 162. o.



A Mars felszínén eddigi egyetlen biológiai kísérletsorozat folyt, amit a *Viking-űrszondák* végeztek. Ennek eredménye azonban szintén többféle módon magyarázható. A döntő kísérlet a szerves anyag kimutatása lett volna, ami negatív eredménnyel járt, ezt azonban ma már nem veszik komolyan. Ma ugyanis már tudjuk, hogy a Mars felszíne alatt létezik szerves anyag. A Viking berendezéseinek földi tesztelése során a műszerek több olyan helyen sem találtak szerves anyagot, ahol más módszerek alapján ki lehetett mutatni azokat. Hasonlóan eredménytelen volt több földi helyszínen az aktív élettevékenység kimutatása is.

Nagyobb testek becsapódása esetén a szülő égitestből akkora sebességgel is kirepülhetnek törmelékek, hogy azok már nem esnek vissza a felszínre, hanem meteoroidként Nap körüli pályára kerülhetnek, és később más égitestekkel ütközhetnek. Így jutottak el marsi eredetű meteoritok a Földre. A marsi meteoritok kapcsán érdemes kitérni a *pánspóra-* és *pánspermia-elméletekre*<sup>16</sup>. Ezek az állítják, hogy az első, primitív földi élőlények más égitestekről is érkezhetnek. Laboratóriumi kísérleteket végeztek annak megállapítására, milyen hatással van az élőlényekre a kidobódáskor fellépő nagy gyorsulás, illetve a meteoritbecsapódáskor fellépő lassulás és hőhatás. A kísérletek igazolták, hogy egyszerű élőlények életképesek és szaporodóképesek maradhatnak az űrbe kirepülő testek belsejében utazva is.

A Föld körül, alacsony pályán keringő mesterséges holdakon pedig azt tanulmányozták, milyen hatással van a kozmikus sugárzás az ilyen egyszerű élőlényekre, elsősorban az örökítő anyagukra, a DNS-re. A jelek alapján nagyságrendileg egy cm vastag közetréteg annyira lecsökkenti a roncsoló kozmikus sugárzást, hogy az élőlény tetszhalott állapotából később visszatérve életképes marad. Más kérdés, hogy milyen a pajzsként szolgáló kőzet összetétele, mivel annak radioaktív sugárzása hosszú időskálán már nem elhanyagolható, és szintén károsíthatja a benne utazó élőlényt<sup>17</sup>. Mindezek nyomán ma már nem vetik el teljesen azt a lehetőséget, hogy az élet vándorolhat a bolygók között. Ezzel kapcsolatban az a bizarr elgondolás is szóba került, hogy a Mars és a Föld egymást is „beszennyezhet”. Nem kizárt, hogy élőlények kerültek egyik égitestről a másikra — egyszer talán azon is vitatkoznak majd a szakemberek, hogy „marslakók” élnek-e a Földön. . .

## Lakhatósági zónák

A *lakhatósági zóna* alapvető fogalom az asztrobiológiában. A lakhatósági zónák a Világegyetemnek azok a tartományai, ahol kialakulhat a földihez ha-

16. *Meteor*, 2001, 6, 20. o.

17. *Csillagászati évkönyv 2004*, 150. o.; *Meteor*, 2000, 5, 10. o.; 1999, 12, 15. o.

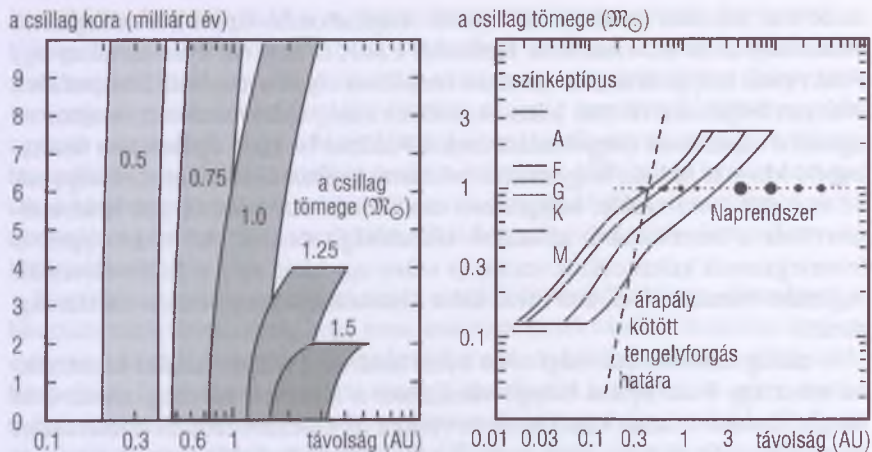


sonló élet számára szükséges környezet. Legfontosabb típusuk a *csillagközi lakhatósági zóna* (*Circumstellar Habitable Zone, CHZ*). Az ilyen zónában egy Föld típusú bolygó felszínén tartósan fennállhat olyan nyomás és hőmérséklet, amelyen folyékony víz van jelen. A definíció még akkor született, amikor az egyszerű életformák megjelenését csak a Földhöz hasonló égitesteken feltételezték. Ma már tudjuk, hogy máshol is lehetnek olyan körülmények, amilyenek 4.5 milliárd évvel ezelőtt bolygónkon uralkodtak. Az óriásbolygók holdrendszereiben is beszélhetünk időszakos lakhatósági zónáról. Az óriásbolygók is felmelegsznek keletkezésük során, és utána egy ideig még erős hőmérsékleti sugárzást bocsátanak ki, ami rövid időre kialakíthatja körülöttük a lakhatósági zónát.

A csillag körüli lakhatósági zóna belső határán a magas felszíni hőmérséklet miatt egy Föld típusú bolygó vízkészlete a légkörbe párolog, erősítve az üvegházhatást. A zóna külső határán viszont az alacsony felszíni hőmérséklet miatt a bolygón lévő víz jéggé fagy. A zónahatárok helye függ az alkalmazott éghajlati modelltől, a vizsgált bolygó felszínének és légkörének kölcsönhatásától, a forgástengely ferdeségétől, és az elsődleges légkörben található gázok üvegházhatásától. A legtöbb kutató a Naprendszerben a lakhatósági zóna belső határát a Vénusz és a Föld közé, a külsőt pedig a Mars távolságába helyezi. Mivel egy csillag fejlődése során energiakibocsátása növekszik, a lakhatósági zóna határai csillagászati időskálán nézve kifelé vándorolnak. A központi csillag vörös óriás állapotában előfordulhat, hogy az óriásbolygók holdjai erősen felmelegsznek, felszínükön víz jelenik meg, és sűrű vízpáraléggör alakul ki körülöttük. Mindez persze megszűnik, mire a csillag eléri a fehér törpe állapotot.

A lakhatósági zóna távolságát elsősorban a központi csillag luminozitása határozza meg. A kis tömegű, fősorozati csillagokhoz annyira közel helyezkedik el, hogy a csillag árapályhatása miatt az ott keringő bolygó tengelyforgása kötött lesz, vagyis mindig ugyanazt az oldalát mutatja csillag felé, ez pedig anomális éghajlatot okozhat. A nagy tömegű csillagok élettartama pedig rövid a fejlett életformák kialakulásához – feltéve persze, hogy az evolúció a földihez hasonló sebességgel történik. A lakhatósági zóna szempontjából tehát erősen leszűkíthető a Napunkhoz hasonló tömegű és korú „ideális” csillagok csoportja. Emellett a Nap fémtartalma igen magas, és ez tovább szűkíti a hozzá hasonló tulajdonságú csillagok körét.

A *galaktikus lakhatósági zóna* (*Galactic Habitable Zone, GHZ*) olyan tartomány a Tejútrendszerben, ahol elvileg létrejöhetnek a Földhöz hasonló bolygók, és azokon kialakulhatnak a földihez hasonló körülmények. A galaktikus lakhatósági zóna helyét meghatározó tényezők a 2.2. táblázatban láthatók. Érdemes külön kiemelni az óriás molekulafelhőket, amelyek gravitációs terükkel befolyásolhatják az Oort-felhő üstökösmagjainak mozgását, így a bolygórend-



2.10. ábra. A lakhatósági zóna időbeli vándorlása a csillag fejlődése során (balra) és közepes fősorozati korra számított helyzete (jobbra) a központi csillag tömegének függvényében

szer belső terébe bejutó üstökösök számát, végső soron tehát a bolygókat, holdakat érő becsapódások számát.

A galaktikus lakhatósági zóna kijelölése tehát még bizonytalanabb, mint a csillag körüli, mert a figyelembe veendő tényezők pozitív és negatív hatással is lehetnek az élet kialakulására és fejlődésére. A nehézségek miatt ma még sok kutató csak a hipotetikus *lakhatósági index* fogalmát használja. A lakhatósági index egy égitesten uralkodó fizikai-kémiai tényezők összességével próbálja jellemezni az adott objektum, illetve az objektum egyes részeinek asztrobiológiai potenciálját. Erről ad áttekintést a *Drake-mátrix* – amely az előzőhöz hasonlóan csak gondolat kísérletnek tekintendő.

Az exobolygók kutatása során felmerült, hogy létezhetnek olyan égitesttípusok is, amilyenekre a Naprendszerben nem találunk példát<sup>18</sup>. Gravitációs perturbációk miatt egyes jégholdak megszökhetnek az óriásbolygójuk mellől, és a központi csillag közelébe sodródva globális óceán és sűrű vízpáraléggör alakulhat ki rajtuk. A perturbációk a csillagközi térbe is kilökelhetnek egyes bolygókat, amelyek így nélkülözik a központi csillag sugárzását, belső hőforásaik révén azonban mégis lehet víz a felszínük alatt. Ma még az is nyitott kérdés, hogy a barna törpék körül keletkeznek-e bolygók.

18. Meteor, 2003, 10, 12. o.

2.2. táblázat. A galaktikus lakhatósági zóna helyét meghatározó tényezők

Jellemző	Térbeli változás	Következmény
Fém tartalom	A Tejútrendszer centrumától kifelé csökken.	Kisebb fém tartalomnál kisebb a keletkező Föld típusú bolygók tömege és a kondenzáció jellege is más.
Csillagsűrűség	A Tejútrendszer centrumától kifelé csökken.	A nagy csillagsűrűség az Oort-felhő perturbálásával növeli a bolygókat érő becsapódások számát, amíg az üstökösmagok el nem fogynak.
Spirálkarok	A korotációs zónában legritkább a spirálkar-keresztezés.	A spirálkaron áthaladva a sok nagy tömegű fiatal csillag és a közeli szupernóva-robbanások miatt erősödik a kozmikus sugárzás.
Nagy tömegű központi fekete lyuk	A galaxis centrumához közel erős a sugárzás.	Aktív központi fekete lyuknál erősebb a kozmikus sugárzás a galaxisban.

## Szabály vagy kivétel?

A XX. század második felében jelent meg az elgondolás, amely szerint Földünk kivételes és ritka égitest — ezért az ittenihez hasonló életformák igen ritkák lehetnek. Ma már úgy gondoljuk, hogy a földi körülmények az élet kialakulásakor nem voltak egyediek. A *Magányos Föld (Rare Earth)* elmélet szerint azonban azok a feltételek valóban különlegesek, amelyek a fejlett életformák kialakulásához vezettek. Az elmélet lényege, hogy bolygónkon az élet szempontjából „jó” és „rossz” feltételek bonyolult kölcsönhatása vezetett oda, hogy — részben fokozatosan, részben ugrásokkal — létrejöttek a mai fejlett életformák. A Magányos Föld bonyolult és egyelőre még nem bizonyított elmélet, amelynek legfontosabb tényezői a 2.4. táblázatban olvashatók. Ellenlábasa a *Gaia-elmélet*, amely szerint nem a Föld biztosította eleve a megfelelő körülményeket, hanem azokat maga az élet hozta létre, fokozatosan átala-

2.3a táblázat. A Drake-mátrix: különböző objektumtípusok asztrobiológiai potenciáljának összehasonlítása

objektum	hely az objektumon	energiaforrás	jó környezet időtartama
csillagközi por	szemcsék felszíne	UV, kozmikus sugarak	$10^3 - 10^6$ év
kisbolygók	belső	UV, kozmikus sugarak, becsapódások	$10^3 - 10^5$ év
üstökösmagok	belső	UV, kozmikus sugarak, becsapódások	$10^3 - 10^5$ év
jégholdak	belső	differenciáció, radioaktivitás, árapály, napfény	$10^6 - 10^9$ év
Föld típusú bolygók	felszín, belső	differenciáció, radioaktivitás	$10^7 - 10^9$ év
óriásbolygók	léggör	zsugorodás	$10^7 - 10^9$ év
barna törpék	léggör	zsugorodás	$10^7 - 10^9$ év

kítva a bolygót. A századfordulón az asztrobiológiai kutatások arra utalnak, hogy az egyszerű életformák gyakoriak lehetnek a Világegyetemben, a fejlett élet azonban (ha a földi példát vesszük alapul) igen ritkán fordulhat elő.

## Befejezés

Cikkünkben csak az asztrobiológia legfontosabb témaköreit tudtuk bemutatni. Célunk elsősorban annak a szemléltetése volt, hogy milyen érdekes módon kapcsolódhatnak egymáshoz a távoli tudományterületek egy-egy összetett probléma vizsgálata során. A konkrét eredmények közt említhetők az életke-reső laboratóriumok, amilyenek először a Viking-űrszondákon működtek, és



2.3b táblázat. A Drake-mátrix (folytatás).  
Az egyes objektumokon rendelkezésre álló anyagok

fém tartalom	szervesanyag-tartalom	víz tartalom	molekulák stabilitása
viszonylag alacsony	változó	nincs	változó
magas	magas	kialakuláskor	jó
magas	magas	kialakuláskor, napközben	jó
magas	közepes	felszín alatt	jó
magas	közepes	légköri pára, felszínen, felszín alatt	jó
közepes	közepes	légköri pára, belső nagy nyomású víz	légkörben jó
alacsony	alacsony	idős korban légköri pára	idős korban jó

jelenleg is folyik hasonló műszerek fejlesztése és tesztelése. Az asztrobiológia által kaptunk információkat a Földet érő külső hatások — a Naptól származó különböző sugárzások, a kozmikus sugárzás, a becsapódások — és az élet fejlődésnek kapcsolatáról. A különleges körülmények között — súlytalanságban, légkörön kívül, erős kozmikus sugárzás hatása alatt — végzett kísérletek sok új ismeretet adtak az élő szervezetek működéséről és a genetikai információk viselkedéséről. Közelebb kerültünk a földi élet kialakulása idején fennálló körülmények megértéséhez, jobban ismerjük az ősi Nap sugárzását, az egyes prebiotikus folyamatokat, vagy a becsapódások szerepét a víz és a szerves anyag szállításában.

## 2.4. táblázat. „Magányos Föld” tényezők, amelyek egyedivé teszik bolygónkat

Jelenség	Következmény
Galaktikus környezet: korotációs zóna	Ritka spirálkar-keresztelés
Ideális tömegű és fém tartalmú központi csillag	Nehéz elemekben gazdag bolygók, stabil helyzetű lakhatósági zóna, hosszú élettartamú Nap
„Ideális” Jupiter	Üstökös magokban vizet és szerves anyagot juttat a belső bolygókra, a kisbolyóöv megritkításával csökkenti a becsapódások gyakoriságát.
Megfelelő bolygótömeg a léggör megtartásához	Légköri gázok elszökésének csökkentése
Megfelelő fém tartalom és belső hő mágneses tér generálásához	A napszél és a kozmikus sugárzás ellen védő magnetoszféra
Megfelelő tömeg tartós vulkáni tevékenységhez	Üvegházhatású gázok pótlása vulkáni gáz kibocsátással, globális anyagkörforgás fenntartása. A vulkanizmus többször is kiolvasztotta a Földet a hideg „globális hólabda” állapotokból.
Ideális tömeg a globális lemeztektonikához	Globális anyagkörforgás, selfek létrehozása, ahol karbonátok formájában kiválik a légköri szén-dioxid, és a selfek változatos élettérként is szolgálnak.
Hold	A forgástengely térbeli rögzítésével stabilizálja az éghajlatot, az árapállyal javítja a parti élethelyek adottságait.
Ideális kölcsönható rendszerek	Éghajlati stabilitás
Az evolúciót felgyorsító faktorok időszakos megjelenése	Globális hólabda állapotok, valamint becsapódások és kihalások krízisei

Asztrobiológiai témákban sok a vita, az egymással szemben álló nézet, és ez így jó. Ennek a tudományterületnek lételeme az eltérő vélemények ütköztetése és szintézise.

Számtalan kérdés vár még válaszra. Melyek az élet alapvető, általános és biztonsággal kimutatható jellemzői? Miként tudjuk elkülöníteni a biogén és abiogén képződményeket? Hol kutassunk élőlények után más égitesteken? Milyen műszerekkel szereljük fel a jövő űrszondáit és az exobolygók légkörét tanulmányozó teleszkópokat? Az asztrobiológiai kutatások olyan, ma még ismeretlen területeket is feltárhatnak a kutatók előtt, mint az élettelen és az élő közötti átmenet. Hallatlanul izgalmas problémák ezek, amelyek tudományos alapú átgondolása napjainkban vette kezdetét. Az asztrobiológia eredményei egyre többet segítenek abban, hogy jobban megértsük saját helyünket és szerepünket a Világegyetemben.

## Irodalom

### Források

- [1.] LAKE, J. A. és társai: Methanococcus Genome. *Science*, 1996, **274**, 901. o.
- [2.] MADIGAN, M. T.–MARRS, B. L.: Extremophiles. *Scientific American*, 1997, **276**, 82. o.
- [3.] KYRPIDES, N. C.–OLSEN, G. J.: Archaeal and bacterial hyperthermophiles: Horizontal gene exchange or common ancestry? *Trends in Genetics*, 1999, **15**, 298. o.
- [4.] TAKAI, K.–HORIKOSHI, K.: Genetic diversity of archaea in deep-sea hydrothermal vent environments. *Genetics*, 1999, **152** 1285. o.
- [5.] GERDA HORNECK, G.–BAUMSTARK-KHAN, C.: *Astrobiology*. 2002, Springer.
- [6.] JAKOSKY, B. M.–PHILIPS, R. J.: Mars' volatile and climate history. *Nature*, 2001, **412**, 237. o.
- [7.] HORVÁTH, A. és társai: Dark Dune Spots: Possible biomarkers on Mars? *Origins and Evolution of the Biosphere*, 2003, **33**, 515. o.
- [8.] MCKAY, D. S.: Search for Past Life on Mars: Possible Relic Biogenic Activity in Martian Meteorite ALH84001. *Science*, 1996, **272**, 924. o.

### Ajánlott irodalom

ALMÁR IVÁN: *A SETI szépsége*. 1999, Vince Kiadó.

CSERMELY PÉTER: *Stresszfehérjék*. 2001, Vince Kiadó.

GÁNTI TIBOR: *Az élet princípiuma* 1978, Gondolat Kiadó.

PAUL DAVIES: *Egyedül vagyunk a Világegyetemben?* 1996, Kulturtrade Kiadó.

PAUL DAVIES: *Az ötödik csoda*. 2000, Vince Kiadó.

SZATHMÁRY EÖRS–JOHN MAYNARD-SMITH: *A földi élet regénye* 2000, Vince Kiadó.

VÁRKONYI TIBOR: *Kozmikus biológia*. 1998, Antikva Kiadó.

### *Javasolt weboldalak*

Ames Research Center: [astrobiology.arc.nasa.gov/](http://astrobiology.arc.nasa.gov/)

Astrobiology Web: [www.astrobiology.com/](http://www.astrobiology.com/)

Astrobiology Magazine: [www.astrobio.net/news/index.php](http://www.astrobio.net/news/index.php)

A NASA Asztrobiológia oldala: [astrobiology.arc.nasa.gov/](http://astrobiology.arc.nasa.gov/)

Archeobaktériumok filogenetikai áttekintése:

[trishul.sci.gu.edu.au/~bharat/courses/ss13bmm/archaea.html](http://trishul.sci.gu.edu.au/~bharat/courses/ss13bmm/archaea.html)

Bevezetés az archeobaktériumok világába:

[www.ucmp.berkeley.edu/archaea/archaea.html](http://www.ucmp.berkeley.edu/archaea/archaea.html)

CSERMELY PÉTER: Az élet születésének biokémiája.

[www.kfki.hu/~cheminfo/TermVil/tv9701/csermely.html](http://www.kfki.hu/~cheminfo/TermVil/tv9701/csermely.html)

MARKÓ LÁSZLÓ: Miért „balkezesek” a fehérjéket felépítő aminosavak?

[www.kfki.hu/~cheminfo/TermVil/tv99/tv9901/balkez.html](http://www.kfki.hu/~cheminfo/TermVil/tv99/tv9901/balkez.html)



## Ábrahám Péter–Kóspál Ágnes

# Korongok fiatal csillagok körül

### Bevezetés

Az 1700-as évek második felében I. KANT és P. S. LAPLACE egymástól függetlenül megalkották a Naprendszer születésének első tudományos igényű elméletét. Elképzelésük szerint a Naprendszer egy forgó por- és gázfelhőből alakult ki, amely saját gravitációs terében összehúzódott és egyre gyorsabban forgó, lapos koronggá alakult. A korong közepén született meg a Nap, s a pereméről leváló anyaggyűrűkből jöttek létre a bolygók.

A lapos, forgó csillagkörüli korong képe visszaköszön a jelenkori csillagkeletkezési elméletekben is. A modern elméletekben azonban a korong sokkal összetettebb fizikai rendszer, mint a 18. századi elődje volt. Szerepe természetesen továbbra is az, hogy biztosítsa a születőfélben lévő csillag további növekedéséhez, illetve később a bolygórendszer keletkezéséhez szükséges anyagot. Ezenkívül azonban komplex fizikai folyamatok is lejátszódnak benne, melyek lelassítják a behulló anyagot, lehetővé téve, hogy a korong anyaga valóban eljuthasson a protocsillag felszínére. Az anyagbefogás során felszabaduló energia hősugárzás formájában távozik a rendszerből, megfigyelhetővé téve azt egy infravörös teleszkóp számára. Egészen friss mérések arra is utalnak, hogy a korong belsejében a porszemcsék összetapadhatnak és növekedésnek indulhatnak, illetve megolvadva átkristályosodhatnak, ami fontos lehet a bolygókeletkezés elindulásához. Végül valószínűnek tűnik, hogy a korongoknak is lehet belső szerkezetük: bennük spirálkarok illetve gyűrűk, vagy a kísérők, bolygók hatására üres belső tartományok alakulhatnak ki.

A csillagkörüli korongok hosszú életű képződmények, amelyek végigkísérik a kis és közepes tömegű csillagok néhány millió éves ifjúkorát. A korongokban vannak azonban olyan jelenségek, amelyek sokkal gyorsabb időskálán játszódnak le. Az *FU Orionis* típusú változócsillagok látványos, néhány hónap vagy év alatt történő felfényesedését a legtöbb mai elmélet a korong belső peremén hirtelen meggyorsuló anyagbefogással magyarázza. Talán erre szolgáltat példát a 2004 elején feltűnt *McNeil-köd* is, amelyről később még lesz szó. Lehetséges, hogy a protocsillagok az összes anyagukat FU Orionis-szerű periódusokon keresztül gyűjtik össze.

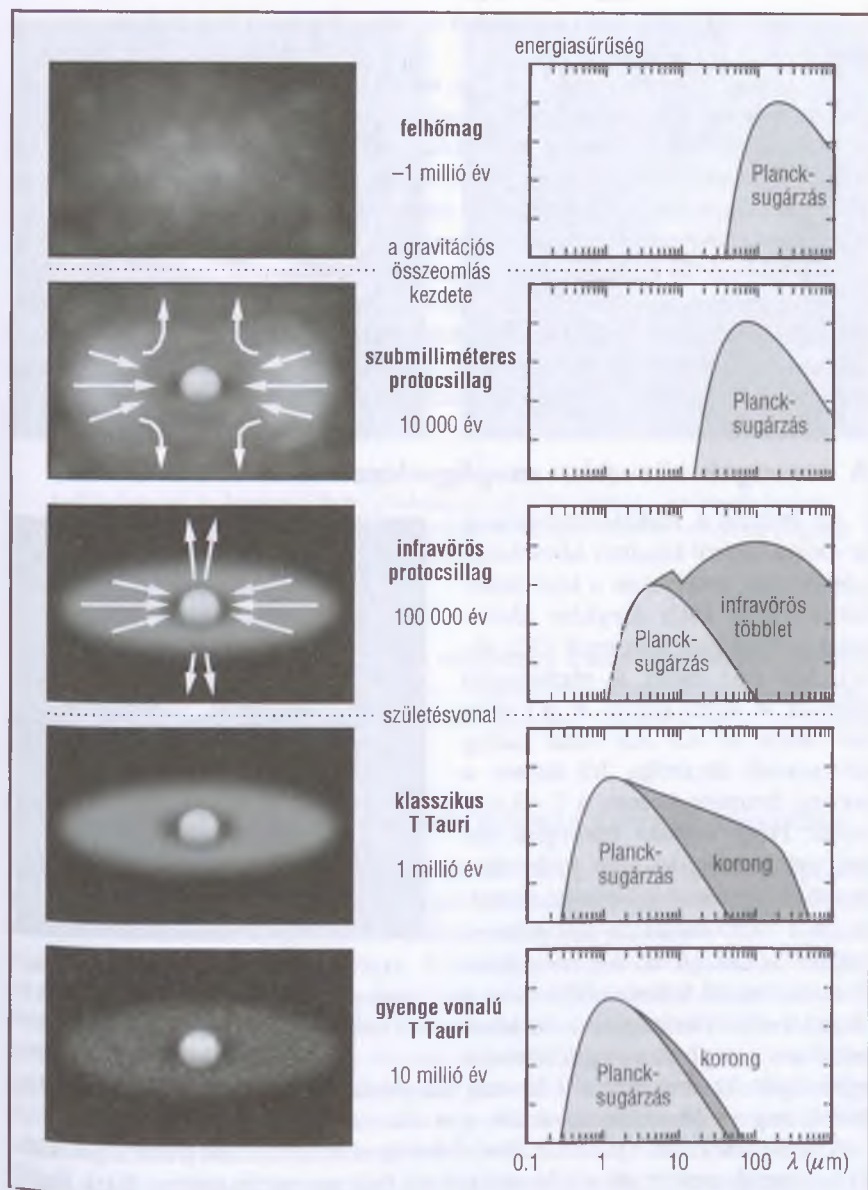
A következőkben a fiatal csillagok körüli korongokkal ismerkedünk meg részletesebben. Miközben a korongok szerkezetén gondolkodunk, vagy a legnagyobb távcsövek által készített felvételeket szemléljük, jusson eszünkbe, hogy voltaképpen a saját Naprendszerünk múltjában is bújárkodunk.

## A csillagok keletkezésétől a fősorozatig

Ahogy ma elképzeljük, a csillagok óriás molekulafelhőkben, a csillagközi anyag összesűrűsödésével, általában csoportosan keletkeznek, és ez a folyamat a Tejútrendszerben ma is tart (12. kép a színes mellékletben). A kis ( $< 2 M_{\odot}$ ) és közepes ( $2-8 M_{\odot}$ ) tömegű csillagok keletkezésének főbb állomásait a 3.1. ábra mutatja. Amikor a molekulafelhőben elkezdődik egy felhőmag gravitációs összeomlása, a felhőmagban a gáz még olyan ritka, hogy átlátó a saját sugárzása számára, így az összehúzódás során a hőmérséklete nem változik. Amikor azonban a felhőmag közepe olyan sűrűvé válik, hogy már átlátszatlan a hősugárzás számára, akkor nőni kezd benne a hőmérséklet és a nyomás. Az összeomlás megáll, belül kialakul egy, a környezetével nyomásegyensúlyban lévő protocsillag, amire kívülről tovább hullik az anyag. Mivel a felhőmagnak kezdetben nullától különböző perdülete volt, az anyag nem tud közvetlenül a protocsillagra hullani, hanem kialakul egy lapos képződmény, az *anyagbefogási (akkréciós) korong*. Ebben az anyag lassan befelé spirálozik, miközben a perdülete a külsőbb tartományoknak adódik át. A csillagban közben beindul a deutérium- majd a hidrogénfúzió, és a csillagból kifelé is megindul a gázáramlás, a csillagszél. A csillag lassan szétfújja az őt körülvevő korongot és gázburkot, és az optikai tartományban is láthatóvá válik. A  $2 M_{\odot}$ -nál kisebb tömegű fiatal csillagokat *T Tauri csillagoknak*, a  $2-8 M_{\odot}$  tömegűeket *Herbig Ae/Be csillagoknak* hívjuk.

## A csillagkörüli korongok megfigyelése

A csillagkörüli korongok közvetlen megfigyelése az 1990-es évek közepéig reménytelennek tűnt. Szép számmal akadtak azonban olyan közvetett bizonyítékok, amelyek együttes magyarázatára leginkább a korong-hipotézis volt alkalmas. Ilyen volt az optikai fényelnyelés és az infravörös sugárzás mennyiségi összehasonlítása: ha a korongok infravörös fényessége alapján meghatározott portömeget gömbszimmetrikusan helyeznénk el a csillag körül, jóval nagyobb vörösdést kellene látnunk, mint amekkorát valójában észlelünk — tulajdonképpen a csillagnak nem is volna szabad látszania az optikai tartományban! Ha viszont korong alakban rendezzük el ugyanezt az anyagmennyiséget, akkor



3.1. ábra. Kis és közepes tömegű csillagok fősorozat előtti fejlődésének főbb állomásai

a korong síkjától távolabbi irányokból a csillag fénye a külső észlelő számára csak enyhén vörösödött.

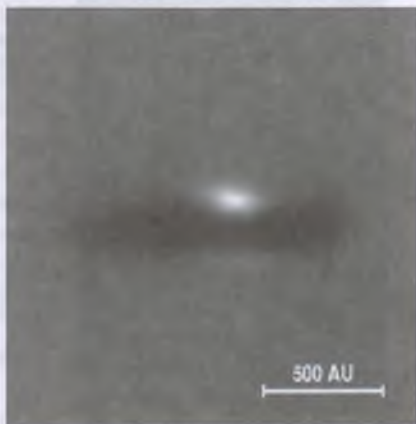
Egy másik, hasonlóan erős érv volt, hogy aszimmetrikus vonalprofilokat figyeltek meg olyan színekpvonalak esetében, amelyek a csillagról kiáramló forró plazmában keletkeznek. A profil kék (közeledő) oldala jól jelentkezett, a vörös (távolodó) oldala viszont hiányzott. Ez jól magyarázható azzal, hogy a csillagot a látóiránnyal szöget bezáró átlátszatlan korong veszi körül. A kidobott plazma távolodó része a korong mögött, annak takarásában helyezkedik el, míg a közeledő komponensre szabad rálátásunk van.

Végül a fiatal csillagok esetén gyakran megfigyeltek kisebb vagy nagyobb mértékben fókuszált, kétirányú anyagkilövelléseket is, ami azt mutatja, hogy a csillag körüli térrész geometriája eltér a gömbszimmetrikustól. A korongnak lényeges szerepe lehet a kifúvás fókuszálásában is.

## A korongok közvetlen megfigyelése

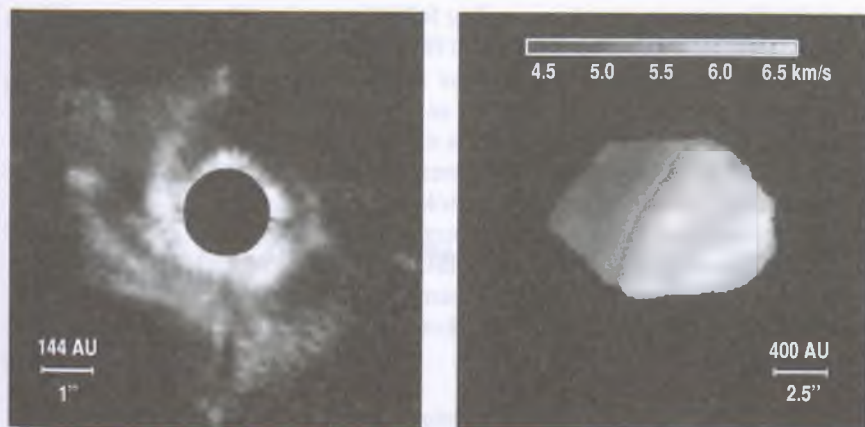
Az áttörést a Hubble-űrtávcsőnek az Orion-ködről készített híres felvételei hozták, amelyeken a köd fényes háttere előtt sötét árnyként tűntek elő a csillagkörüli korongok (3.2. ábra). Ma már ennél is részletesebb képeket is lehet kapni. A 3.3 ábra bal oldala az *AB Aur* fiatal csillag környezetét ábrázolja. Jól látható a korong finomszerkezete, a 2–3 spirálkar. Hogy valóban korongról van szó, azt igazolja az ábra jobb oldala, amely ugyanezt a területet mutatja, de a  $^{13}\text{CO}$  molekula milliméteres hullámhosszúságú színekpvonalában. A színekpvonal frekvenciájából – a Doppler-eltolódás alapján – ki lehet számítani a sugárzó anyag látóirányú sebességét. Az ábra szerint a korong bal oldala a csillaghoz képest közeledik felénk, míg a jobb oldala távolodik, ami a korong forgását bizonyítja.

A közvetlen képek (pl. a 3.2. ábra) felvilágosítást nyújtanak a korongok külső méretéről, amit egyéb módszerekkel nehéz lenne meghatározni. Ezek alapján a korongok jellemző kiterjedése 500–1000 AU, s a képek alapján meg lehetőségen „korongszerűnek”, azaz laposnak látszanak. Milliméteres hullám-



3.2. ábra. Az Orion 114–426 jelű fiatal csillaga a Hubble-űrtávcső felvételén [1.]. A csillagot szinte teljesen takarja az élével látszó sötét korong





3.3. ábra. Balra: Az AB Aur közepes tömegű csillag korongjáról közeli infravörös hullámhosszakon készített felvétel (Subaru-távcső [2.]). Jobbra: Ugyanezen korong sebességtérképe (Keck-távcső [3.]). A látóirányú sebességek eloszlása a korong forgását bizonyítja

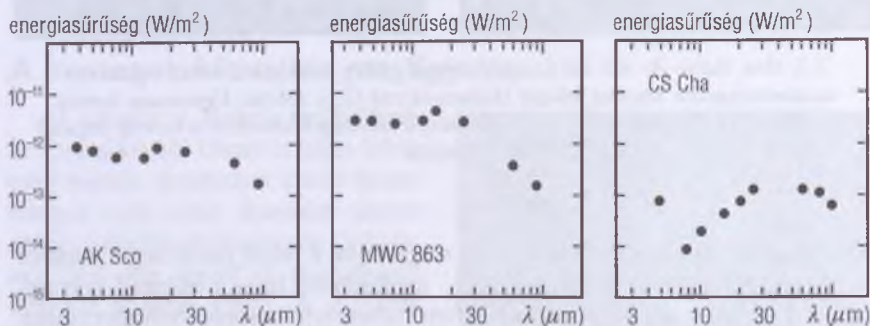
hosszakon lehetőség van arra is, hogy megmérjük a teljes portömeget, amiből – átlagos por/gáz arányt feltételezve – megtudható, hogy a jellemző korongtömeg  $0.01 M_{\odot}$ . Ez elegendő egy Naprendszerhez hasonló bolygórendszer kialakulásához.

## A korongok sugárzásának hullámhossz szerinti eloszlása

Az előző fejezetben bemutatott, részletes képek a korongok létezésének megdönthetetlen bizonyítékai. A csillagkörüli anyagra vonatkozó legfontosabb eredmények azonban mégis inkább a fiatal csillag környezetének több hullámhosszon történő mérésein alapulnak. A csillag az optikai tartományban világít, korongjának sugárzását viszont jóval hosszabb hullámhosszakon, az infravörös, a szubmilliméteres és a rádiótartományban kell keresnünk. Ennek oka a korongok viszonylag alacsony felszíni hőmérséklete, amely hasonló a bolygórendszerünkben szokásos, néhányszor  $10\text{--}100\text{ K}$  körüli értékekhez. Egy ilyen hőmérsékletű anyag sugárzása nagyrészt a porszemcsék emissziójából származik, amelynek maximuma az infravörös hullámhossztartományba esik. Mivel a korongban a hőmérséklet a csillagtól távolodva folyamatosan csökken, a rendszer sugárzásának színeke nem egy adott hőmérséklethez tartozó feketetest-sugárzás lesz, hanem olyan folytonos spektrum, amely lefedi szinte az egész infravörös – szubmilliméteres ( $1\text{--}1000\text{ }\mu\text{m}$ ) hullámhossztartományt.

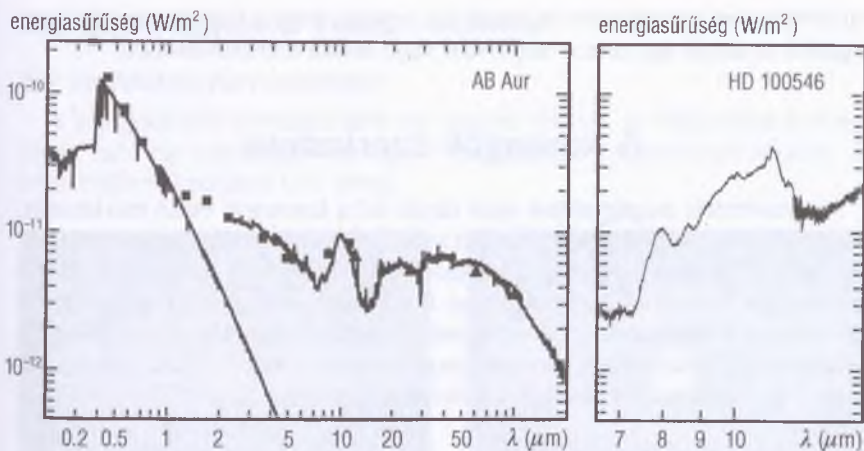
A spektrális energia eloszlása a csillag fejlődése során változik, ezt szemléltetik sematikusan a 3.1. ábra jobb oldali oszlopában található rajzok.

Az infravörös sugárzás megfigyelése a Föld felszínéről csak korlátozottan lehetséges, ezért jelentős szerep jut az űrteleszkópoknak (a szubmilliméteres megfigyelések részben a Földről is elvégezhetők). Az Európai Űrügynökség *Infrared Space Observatory (ISO)* mesterséges holdja (1995–1998), amelynek adatfeldolgozásában magyar kutatók is tevékeny szerepet vállaltak [4., 5.], nagyszámú fiatal csillag spektrális energiaeloszlását mérte meg. A 3.4. ábrán három példa szerepel, valamennyi az ISO fotométere, az ISOPHOT mérésein alapul. Meg kell jegyezni, hogy ezekben a mérésekben – a műszer rosszabb szögfelbontása miatt – a csillag és a korong együttes sugárzását lehetett csak meghatározni.



3.4. ábra. Három fiatal csillag spektrális energiaeloszlása infravörös hullámhosszakon. A mérések az ISO ISOPHOT műszerével készültek

Az ábra sugallja a korongok változatosságát, szerkezeti különbségeiket. Az első képen az *AK Sco* nevű fiatal csillag körüli, jól fejlett korong spektrális energiaeloszlása látható. A korong az egész infravörös tartományban egyenletesen sugároz, jelezve, hogy csillaghoz közeli meleg, és csillagtól távolabbi hidegebb anyag is van jelen a rendszerben. Az objektum sugárzása még a 60 μm-es hullámhossz környékén is jelentős, ami nagyjából 50–100 K hőmérsékletű port jelez. A második csillag, az *MWC 863* spektrális energiaeloszlása hasonló az előbbihez, azonban a maximum rövidebb hullámhosszakra tolódott, azt sugallva, hogy a korong külső részén kevés a hidegebb anyag, vagy teljes egészében hiányzik. A harmadik objektum, a *CS Cha* korongja szintén nem teljes, azonban itt a rövid hullámhosszú ( $\lambda < 10 \mu\text{m}$ ) sugárzás alacsony szintje (amely ebben az esetben nem is a korongtól, hanem szinte kizárólag a csillag fotoszférájából származik) azt sejteti, hogy valamilyen okból a korong belső, meleg része is alig tartalmaz anyagot.



3.5. ábra. Balra: Az AB Aur fiatal csillag spektrális energiaeloszlása optikai és infravörös hullámhosszakon. A mérőműszerek felbontása miatt valamennyi adatpont a csillag és a korong együttes fényét mutatja. Az optikai tartományban ( $1\ \mu\text{m}$  alatt) a csillag dominál, viszont  $1$  és  $2\ \mu\text{m}$  között a korongé a vezető szerep. Jobbra: a HD 100546 (KR Mus) jelű csillag színeképének részlete kis méretű szilikátok jelenlétét mutatja. A legmagasabb keskeny csúcs  $11.3\ \mu\text{m}$ -nél kristályos szilikátokra utal [6.]

A korongok anyaga por és gáz, hiszen eredetileg csillagközi anyagból jöttek létre. Anyagi összetételükről azonban többet is megtudhatunk a nagy felbontású infravörös színeképek vizsgálatából. A 3.5. ábra bal oldala ugyanannak az AB Aur csillagnak a színeképét mutatja, amelynek korongjáról az előző fejezetben részletes képeket láttunk. A színeképben azonnal szembetűnik a  $10\ \mu\text{m}$  körüli hatalmas csúcs, amelyet amorf szerkezetű (azaz üvegszerűen kristályosodott) szilikátokból álló porszemcséknek szokás tulajdonítani. A spektrális csúcs észlelhetőségének feltétele még az is, hogy a szemcsék kicsiny ( $\mu\text{m}$  alatti) méretűek legyenek. Ha ugyanis a szemcseméret meghaladja a sugárzás hullámhosszát — esetünkben a  $10\ \mu\text{m}$ -t —, akkor már csak spektrális alakzatokat (vonalakokat, sávokat) nem mutató feketetest-sugárzást várhatunk.

Az ábra jobb oldalán egy másik fiatal csillag, a HD 100546 színeképének  $10\ \mu\text{m}$  körüli részletét láthatjuk [6.]. Szembetűnő, hogy a spektrális csúcs alakja jelentősen eltér az AB Aur esetétől: a maximum hosszabb hullámhosszakra tolódott, és egy keskeny lokális csúcs tűnt fel a  $11.3\ \mu\text{m}$  környékén. A legvalószínűbb magyarázat szerint ez a csúcs szintén szilikát alapú porszemcséktől származik, azonban ezek szerkezete nem amorf, hanem kristályos (hasonló szemcsékre utaló jeleket találtak egyébként a mi Naprendszerünk néhány üstökösében is). A kristályos szilikátok jelenléte fontos információ a korong ko-



rai történetére vonatkozóan is, mivel azt sugallja, hogy a korong anyaga (vagy legalább is annak egy része) megolvadt majd lassan kikristályosodott.

## A korongok szerkezete

Az ismertetett megfigyelések nem tárják fel a korongok belső szerkezetét, hőmérséklet- és sűrűségeloszlását. Ezt már csak azért is fontos lenne tudnunk, hiszen ez határozza meg, hogy a bolygókeletkezés során a csillagtól mekkora távolságban kedvezőek a feltételek egy bolygó kialakulásához. A következőkben először a főszerepet játszó anyagbefogás működését tekintjük át, majd két „alapmodellt” ismertetünk, amelyek természetesen a valóság erős leegyszerűsítései, de bepillantást nyújtanak a korongok fizikájába.

## Az anyagbefogás folyamata

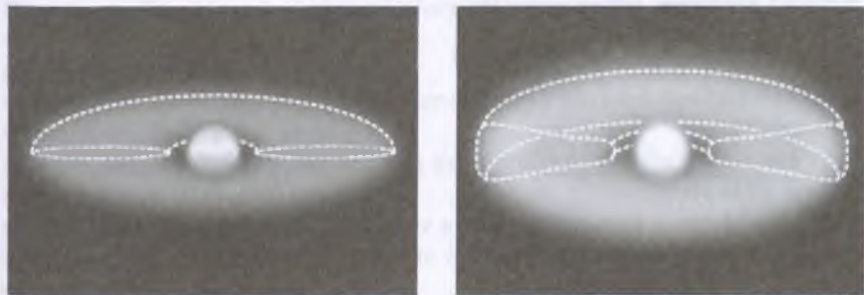
Hogyan fogja be a csillag az anyagot a körülötte levő korongból? E kérdésre a válasz korántsem egyszerű. Többféle elképzelés van a folyamatról, de általánosan elfogadott válasz ma még nincs. A fő probléma az, hogy a csillag körül keringő gázrészecskének és porszemcsének jelentős perdületük van. A perdületmegmaradás miatt — a Nap körül keringő bolygókhoz hasonlóan — nem hullhatnak a csillagba, ha perdületüket valamilyen módon nem tudnák átadni. A bolygókkal ellentétben azonban a korongot alkotó részecskék állandó turbulens mozgásban vannak, kicserélődnek, némelyik anyagdarabka a csillaghoz közelebbi pályára kerül, ezzel egy időben más darabkák pedig kissé távolabbi pályára. Mindez úgy történik, hogy a rendszer összperdületé állandó, energiája pedig minimális legyen. Nagy léptékben ezért a korong anyagának egy kis része messzire eltávolodik a csillagtól (és nagyon nagy perdületű pályákon kering), míg az anyag nagyobb része (mivel a perdület problémája így „elintézettnek” tekinthető) ráhullik a csillagra. Az ehhez szükséges perdületátadást úgy képzelhetjük el, hogy a korong anyaga súrlódik, így a belső, gyorsabban forgó gyűrűk megpróbálják felgyorsítani a külsőbb, lassabban forgó gyűrűket. Ennek a — közönséges folyadékok vagy gázok belső súrlódásához, viszkozitásához hasonló — hatásnak a csillagkörüli korongok esetében több oka is lehet: a korong anyagának turbulens konvekciója, mágneses, vagy gravitációs kölcsönhatásai.



## Korongok egyszerű fizikai modelljei

### Sík és átlátszatlan korongok

A legegyszerűbb korongmodell egy nagyon vékony, de átlátszatlan korong, olyan, mint egy lemezjátszókorong, jól meghatározott sugárirányú sűrűség- és hőmérséklet-eloszlással (3.6. ábra).



3.6. ábra. Balra: sík, átlátszatlan korong modell. Jobbra: kifelé vastagodó korong, (trapézkorong)

Egy ilyen sík korong kétféle forrásból nyerhet energiát:

1. A passzív korong elnyeli a csillag kis szögben ráeső fényét, ettől felmelegszik, így újra kisugározza a csillagtól kapott energiát infravörös sugárzás formájában.
2. Az aktív korongoknak ezzel szemben van saját belső energiaforrásuk is: a korongban befelé spirálozó anyag súrlódása miatt ugyanis szintén hő termelődik.

Érdekes módon a korongok sugárirányú hőmérséklet-eloszlása mindkét esetben  $T \sim r^{-3/4}$ , ahol  $T$  a hőmérséklet,  $r$  a csillagtól mért távolság. Az ebből kiszámolt színkép lefutása a hullámhossz függvényében  $\nu F_\nu \sim \lambda^{-4/3}$ , ahol  $\nu$  a frekvencia,  $F_\nu$  az egységnyi frekvenciatartományra eső fluxus,  $\lambda$  a hullámhossz. Egy ilyen színképet láthatunk a 3.1. ábrán a klasszikus T Tauri csillagnál. Ez persze azt is jelenti, hogy egyedül a színkép alakjából nem tudjuk megállapítani, hogy egy csillag körül passzív vagy aktív korong van-e.

### Kifelé vastagodó korongok

Kicsit bonyolultabb modellt kapunk, ha a korong vastagságát nem hanyagoljuk el. Ekkor úgy számolhatunk, hogy az anyag a korong síkjára merőlegesen hidrosztatikai egyensúlyban van (hasonlóan pl. a földi légkörhöz). Mivel a csillagtól távolodva csökken a csillag gravitációs vonzása és csökken a hő-

mérséklet is, ezért a korong vastagsága függ a csillagtól mért távolságtól: a csillagtól távolodva egyre vastagabb lesz (3.6. ábra).

Az angol szakirodalomban ezt a modellt *trapézkorongnak* (*flared disk*) nevezik, ami arra utal, hogy oldalnézetben ez a korong úgy nyílik szét, mint egy trapéznadrág szára. Egy ilyen korongot nagyobb szögben világít meg a központi csillag, ezért a sík koronghoz képest a hőmérséklet kevésbé csökken a csillagtól távolodva. Ez a hőmérséklet-eloszlás a sík koronghoz képest kevésbé meredek spektrális energiaeloszlást eredményez.

### *További részletek*

Az előbbieken felvázolt egyszerű modelleket sok apró részlettel tehetjük valóságosabbá:

- A korong legbelső, legforróbb része felpuffadhat, és így leárnyékolja a korong többi részét.
- A trapézkorong nem nyílhat szét a végtelenségig, lesz egy távolság, ahonnan a vastagsága csökkenni kezd, és ennek megint az a hatása, hogy a külsőbb részeket leárnyékolja.
- A korong nem feltétlenül egy széles gyűrűből áll, mint a 3.6. ábrán. A korong több, különálló gyűrűre szakadozhat (hasonlóan a Szaturnusz gyűrűrendszeréhez). Ennek az lehet az oka, hogy a korongban már létrejött néhány bolygó vagy bolygókezdemény, ezek hatására bizonyos pályák gravitációsan instabilak, így kiürülnek, míg más gyűrűkben összegyűlik az anyag.
- A korong nem feltétlenül hengerszimmetrikus, előfordulhatnak benne pl. spirálkarokhoz hasonló sűrűsödések, mint azt az *AB Aurigae* esetében láttuk (3.3. ábra).
- A korongnak lehet „légkör”, ami például a sík korong esetében teljesen elnyelheti a csillagról lapos szögben érkező fényt.
- Ha figyelembe vesszük, hogy a trapézkorong légköre optikailag vékony, akkor már nem csak folytonos színekpet kapunk, hanem emissziós vonalakat is, például a már említett jellegzetes szilikátemissziót  $10\ \mu\text{m}$ -nél.
- Amikor a színekép hosszú hullámhosszú ( $\lambda \geq 100\ \mu\text{m}$ ) részét vizsgáljuk, akkor már figyelembe kell venni, hogy a korong legkülső részén a hőmérséklet nem eshet a környezet hőmérséklete alá.
- A rendszer körül burok is lehet, amely szintén befolyásolja a külső rész hőmérsékletét.

## Az FU Orionis-jelenség

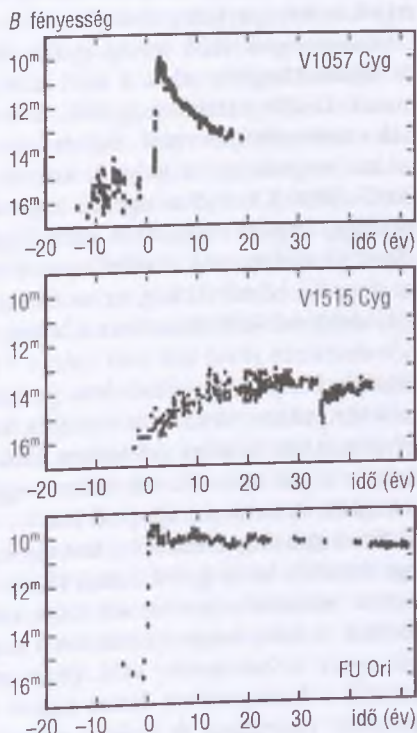
A fiatal csillagok körüli korongok együtt fejlődnek a születő csillaggal, és általában csak hosszabb – tízezer – százezer éves – időskálán változik a szer-

kezetük. Van azonban egy olyan csillagászati jelenség, amelynek jelenleg legelfogadottabb értelmezése szerint a korong belső zónájának fizikai állapota termikus instabilitás miatt rövid idő alatt megváltozik.

A változócsillagok között több évtizede ismert az *FU Orionis* (röviden *FUor*) típus. Olyan csillagokról van szó, amelyek – mint a csoport prototípusa, az *FU Ori* tette 1937-ben – néhány hónap vagy év alatt az optikai tartományban mintegy  $5^m$ -t fényesednek. A 3.7. ábrán látható az elsőként felfedezett három *FUor* fénygörbéje (nem minden ma ismert *FUor*-nak látják a kitörését, van amelyet a színeképe alapján azonosítottak). Az egyik klasszikus *FUor*, a *V1057 Cyg* kitörés előtti színeképe azt mutatja, hogy a *FUor* csillagok öse kis tömegű, főszorozat előtti csillag.

Mi lehet vajon az az extra energiaforrás, amely egy fiatal csillag fényességét százszorosára növeli, és ezt fenn is tudja tartani több évtizedig? A jelenlegi válasz szerint a sugárzás fő forrása voltaképpen nem a csillag, hanem az azt körülvevő korong felforrósodott belső része. Az előző fejezetekben már szó volt arról, hogy a korongok saját energiatermelése az anyagbefogáson alapul: a behulló anyag gravitációs energiája a belső sűrűlódás által hővé alakul át.

Az anyagbehullás mértéke azonban a következő mechanizmus szerint időlegesen százszorosára nőhet: Képzeljük el, hogy egy fiatal csillag korongjának külső részéről egy bizonyos küszöbértéket ( $\approx 7 \cdot 10^{-8} M_{\odot}/\text{év}$ ) meghaladó ütemben hullik befelé az anyag a csillag irányába. Az átlagot meghaladó behullási ráta oka lehet például, hogy a korong egy kiterjedt sűrű burokba van ágyazva, ahonnan folyamatosan friss anyag érkezik. A korong fősíkjaiban a hőmérséklet ekkor még viszonylag alacsony, ezért a belső sűrűlódást okozó turbulens mozgások sebessége sem túl nagy (egy kicsit olyan a helyzet, mint amikor



3.7. ábra. A legkorábban felfedezett három *FU Orionis* típusú csillag fénygörbéje



a vízforralás kezdetén a víz még mozdulatlan az edényben). Ha azonban a belső sűrűlódás nem eléggé jelentős, akkor nem is lesz képes az összes behulló anyag perdületét a szükséges mértékben lecsökkenteni. Így az anyag egy része nem éri el a csillag felszínét, hanem a korong belső zónájában (tipikusan  $1/4$  AU-n belül) „parkolópályára” kerül.

Ahogy egyre több anyag gyűlik össze a belső részekben, a korong egyre átlátszatlanabbá válik a saját hőszugárzása számára is. Ez a hűtési folyamatok kisebb hatékonyságához, következésképpen a korong hőmérsékletének emelkedéséhez vezet. Bár ez folytonos lassú folyamatként kezdődik, drámaian megváltozik a helyzet, mielőtt a korong belső hőmérséklete eléri a  $2000 - 3000$  K-t. Ekkor ugyanis a gáz átlátszósága (és ezzel együtt hűlési képessége) nagyon érzékenyen kezd függeni a hőmérsékletétől. Ha valamely kis elemi gáztérfogatnak a véletlenszerű ingadozások következtében egy kicsivel is megnő a hőmérséklete, az az átlátszóság olyan mértékű csökkenéséhez vezet, amelynek következtében a hőmérséklet rohamosan tovább nő. Az anyag hőmérséklete rövid idő alatt eléri a  $11\,000$  K-t, és ekkor a hidrogéngáz ionizálódik. Ha pedig egy kis elemi gázcella hőmérséklete véletlen módon kicsit csökken, akkor ezzel a hő további kisugárzásának lehetősége megnő, és a hőmérséklete hirtelen jelentősen csökken. Ennek az instabilitásnak köszönhetően a gáz szétválik két fázisra: egyik része forró és ionizált, másik része hidegebb és semleges állapotú lesz.

Az instabilitás elsőként a korong legbelső területein „kapcsol be”, így ott egy ionizált, forró gyűrű alakul ki. Ez – hasonlóan egy klasszikus HII zónához – ionizációs frontot hoz létre, amely kifelé halad és további területeket ionizál. A front mögötti területen a magas hőmérséklet következtében a mozgás egyre turbulensebbé válik (mint amikor az edényben melegedő víz megközelíti a forráspontot). Ezért megnő a belső sűrűlódás, hatékonyabbá válik a perdület kijuttatása, és drámai módon megnő a csillag felszínét elérő anyag mennyisége. Az ionizációs front mögötti terület ontja magából a sugárzást, és ahogy nő az ionizált terület, úgy nő a rendszer összfényessége is. A külső megfigyelő ezt a fényességnövekedést észleli FU Orionis típusú kitörésként [7.].

A kitörés azonban nem tart örökké. A kifelé futó ionizációs front előbb-utóbb eléri a korong hidegebb, külső részeit, ahol már nem tud újabb területeket ionizálni. A front mögött pedig lassan kiürül a felhalmozott anyagraktár, a parkolópályán keringő anyag a csillag felszínére hullik. Ezért a korong átlátszóbbá válik, és végül nem képes fenntartani a magas hőmérsékletet a front mögött sem. A termikus instabilitás miatt ekkor a korong belső része fázisátmenet-szerűen visszatér egy hideg, semleges állapotba, és a kitörés véget ér. Egy aktív időszak időtartama mintegy  $100$  év, és a modell logikájából következik, hogy a kitörés többször ismétlődhet.



Az FU Orionis jelenség példa arra, hogy a csillagkörüli korongok rövid időskálájú változásokat is képesek mutatni. Meg kell persze jegyezni, hogy a kitörésben voltaképpen csak a korong legbelső része vesz részt (nagyjából 0.25 AU sugárig), míg a külső részeket gyakorlatilag nem is befolyásolja az, ami odabent zajlik. Újabban több mérés is utal arra, hogy a fiatal csillagra folyamatosan hulló anyag mennyisége kisebb, mint azt korábban gondolták. Ha ez beigazolódik, akkor elképzelhető az is, hogy a csillag a végső tömegének legnagyobb részét az FU Orionis-szerű aktív időszakok során gyűjti össze.

Vannak egyéb fiatal változócsillagok is, amelyek fényességváltozását talán szintén a korongban végbemenő megnövekedett anyagbefogás számlájára lehet írni. Az *EX Lupi* típusú csillagok hasonló kifényesedéseket produkálnak, mint az FU Ori-objektumok, de itt a fellángolás időskálája rövidebb (néhány hét–hónap), gyorsabban be is fejeződik, majd néhány éves skálán újra aktivizálódik a csillag. S végül vannak olyan közönséges T Tauri csillagok is, amelyek fényváltozásakor a mért színek változása az akkréció rövid időskálájú ingadozásaira utal.

2004 elején nagy izgalmat keltett mind az amatőrök, mind a szakcsillagászok között, hogy az Orion-köd szomszédságában egy halvány csillag váratlanul kifényesedett. E cikk megírásakor még nem lehet tudni, hogy a kitörés az FU Orionis vagy az EX Lupi osztályba sorolandó-e. Az optikai felvételen (13. kép a színes mellékletben) azonban jól látszik, hogy a forrás egy kis ködöt világít meg, amely Reipurth és munkatársai szerint voltaképpen egy korábbi anyagkifúvás által a molekulafelhőből kivájt üreget tölt ki [8.]. Az efféle anyagkifúvások már önmagukban is jelzik a korongok létezését, s a kitöréssel együtt pedig már biztosra vehető, hogy ennek a fiatal csillagnak a fejlődése is az őt körülvevő koronggal szoros kapcsolatban zajlik.

## Kitekintés

A fiatal, fősorozat előtti csillagok körüli korongok vizsgálata nagy érdeklődésre tart számot. A korongok létezése magyarázatot ad a fiatal csillagok számos sajátosságára (pl. infravörös színek), vizsgálatukból következtethetünk a Nap életének korai időszakaira, és természetes módon elvezetnek a bolygórendszerek kialakulásához is. Nem kétséges, hogy a korongok részletes tanulmányozása a kulcs mind a csillagok, mind a bolygók keletkezésének megértéséhez. A korongok léte segít megérteni a fiatal csillagok változásainak egy részét is. Az irreguláris fényváltozást mutató *UX Ori* típusú csillagokat például olyan rendszerekként képzeljük el, ahol a központi objektumot egy többé-kevésbé éléről látszó korongon keresztül látjuk, és a korongban kerin-

gő nagyobb sűrűségű csomók („felhők”) fényelnyelő hatása okozza a csillag fényváltozását. A korábbiakban tárgyalt FU Orionis jelenség pedig példa arra, hogy a korong maga is aktív változásra képes.

A csillagok fejlődése során a korong tömege csökken, gázkomponense eltűnik, és mire eléri a fősorozatot, már csak egy átlátszó porkorong marad belőle. Ebben a fejlődési fázisban várjuk a bolygók kialakulását is. A porkorong azután még minden bizonnyal sokáig létezhet a bolygórendszerrel együtt. A szakirodalomban az ilyen objektumokat az elsőként felfedezett eset után *Vega* típusú korongként emlegetik.

## Irodalom

- [1.] McCAUGHREAN, M. J.–O'DELL, C. R.: *Astronomical Journal*, 1996, **111**, 1977. o.
- [2.] FUKAGAWA, M. és társai: *Astrophysical Journal*, 2004, **605**, L53. o.
- [3.] BLAKE, G. A.–BOOGERT, A. C. A.: *Astrophysical Journal*, 2004, **606**, L73. o.
- [4.] TÓTH L. VIKTOR–ÁBRAHÁM PÉTER.: A „hideg tekintetű” ISOPHOT. *Meteor Csillagászati Évkönyv 2001*, 260. o.
- [5.] P. KISS CSABA–ÁBRAHÁM PÉTER: Az infravörös égi háttér. *Meteor Csillagászati Évkönyv 2004*, 216. o.
- [6.] MALFAIT, K. és társai: *Astronomy and Astrophysics*, 1998, **332**, L25. o.
- [7.] BELL, K. R.–LIN, D. N. C.–HARTMANN, L. W.–KENYON, S. J.: *Astrophysical Journal*, 1995, **444**, 376. o.
- [8.] REIPURTH, B.–ASPIN, C.: *Astrophysical Journal*, 2004, **606**, L119. o.

## Bagoly Zsolt Gammakitörések

### Bevezetés

A *gammakitörések* vagy *gammafelvillanások* (*gamma-ray burst*, *GRB*) az eddig ismert legnagyobb teljesítményt produkáló jelenségek a Világegyetemben. Az események gyors, rövid időtartamú, fényes jelenségek a gammaégbolton. Néhány másodpercre a gammakitörés az Univerzum legfényesebbnek látszó objektumaként villan fel. Ez azt jelzi, hogy a sugárzás különlegesen szélsőséges fizikai körülmények között keletkezik.

A kitörések során az energia legnagyobb része gammasugárzásként szabadul fel a 0.1 – 1 MeV energiatartományban, ami műholdakról figyelhető meg. A legfényesebb kitörésekből hozzánk  $\approx 10^{-2}$  erg/cm<sup>2</sup> energia jut el, ami már elég nagy ahhoz, hogy akár a Föld felsőlégréjében is zavarokat okozzon. A kitörések látszó gammafényessége nagyobb, mint a Nap gammasugárzása! A kitörések helye és időpontja véletlenszerű, az események hossza tipikusan a néhány másodperctől a néhány száz másodpercig terjed [11.].

A gammakitörések kb. napi gyakorisággal fordulnak elő (ez a megfigyelési tény természetesen függ a megfigyelt energiatartománytól, a küszöbfeltételektől és a detektor érzékenységtől). Mivel a gammasugárzást nem nyeli el a galaktikus és extragalaktikus por és gáz, ezért jelenlegi ismereteink szerint detektoraink a Világegyetemben előforduló összes gammakitörés jelentős részét képesek érzékelni!

### Rövid történeti áttekintés

Az első gammakitöréseket 1967-ben véletlenül észlelték a Vela műholdakkal [4.]. A műholdakat eredetileg az atomfegyverek korlátozásáról szóló egyezmény betartásának ellenőrzésére fejlesztették ki, ezért azok viszonylag magas, kb. 120 000 km-es magasságú pályára állítva figyelték az egész Föld körüli térséget, a tiltott légköri atomrobbanások gammasugárzása után kutatva. A források helyét a jelek késleltetési ideje alapján háromszögeléssel határozták meg. A megfigyelések során komoly gondot jelentett az a háttér, amit a

detektorokban a kozmikus sugárzásból eredő töltött részecskék okoztak. Ennek a háttérnek a részletes vizsgálata során akadtak a gammakitörésekre. Az már az első adatok alapján is világos volt, hogy a források a Naprendszeren kívüliek.

A felfedezés után számos más műholdon helyeztek el gammadetektort, és ezekkel több száz gammakitörést figyeltek meg. Az 1980-as években felismerték, hogy a gammakitörések között van néhány, amelynek spektruma sokkal lágyabb (maximuma a  $\approx 30-50$  keV energiatartományba esik), ráadásul ezek a jelenségek ismétlődnek is. Ezek a *lágygamma-ismétlő források*, amelyek erős mágneses térrel bíró neutroncsillagok. A lágygamma-ismétlő források a jelenségek külön osztályát alkotják, melyekből eddig négyet figyeltek meg Galaxisunkban és a Kis Magellán-felhőben [10.].

A kitöréseket kísérő jelenségeket kezdetben az optikai tartományban, fotografikus módszerekkel próbálták meg észlelni. Mivel ez eredménytelen maradt, a keresést hamarosan a rádió- és röntgenterományra is kiterjesztették. A biztos azonosításhoz az irány minél gyorsabb és lehetőleg ípercnél pontosabb meghatározása szükséges: ez a követelmény a megfigyelők számára több mint 30 éven keresztül megoldhatatlan volt. Az 1980-as és 90-es években számos kísérletet végeztek a forrás megtalálására, ezek — ma már tudjuk — azért voltak sikertelenek, mert pontatlanul és/vagy csak nagyon lassan szolgáltatták a kereséshez szükséges pozícióadatokat. Mivel a pontos pozíció nélkül nem sikerült a forrásokat optikai (vagy más, nem gamma-) hullámhossztartományban azonosítani, ezért elszaporodtak az elméleti modellek: több mint száz különféle lehetséges modellt javasoltak a kitörések forrásaként. A modellek nagy része a forrásokat a Tejútrendszeren belül helyezte el, mivel így a szükséges energia neutroncsillagokkal biztosítható volt.

Az 1990-es években a gammakitöréseket két lényeges megfigyelési program keretében vizsgálták. Az egyik a *Compton Gamma Observatóriumon* a *Burst and Transient Source Experiment (BATSE)*, amely a gammaégbolton vizsgálta a pulzárokat és a gammakitöréseket. A BATSE 1991 és 2000 között több mint 3000 kitörést figyelt meg: mind a mai napig ez a legjobban kalibrált és legnagyobb méretű homogén adatbázis [6.].

A BATSE előtt a megfigyelési adatok alapján nem lehetett egyértelműen eldönteni, hogy a források galaktikus vagy extragalaktikus eredetűek-e. A nagyszámú, azonos berendezéssel végzett megfigyelés alapján azonban a galaktikus eredetet ki már lehetett zárni. A források ugyanis csaknem tökéletesen izotrop módon oszlanak el az éggömbön. Ilyen eloszlást olyan modellel nem lehet létrehozni, amely a Tejútrendszerhez tartozó forrásokat feltételez. A galaktikus modellek által adott eloszlásban mindenképpen megjelenik valahogyan a Galaxis síkja. A részletesebb, alaposabb statisztikai módszerekkel elvégzett elemzés gyenge, de határozott anizotrópiát mutat a közepes és rövid időtar-



tamú gammakitörések eloszlásában. Ennek pontos oka még tisztázatlan, de továbbra is kizárja a galaktikus eredetet [2., 14.].



4.1. ábra. A rövid és hosszú gammakitörések eloszlása az égbolton, galaktikus koordináta-rendszerben

A források koordinátáinak ismeretében kizárható az is, hogy a kitörések egy forrásban ismétlődnének. Ez alól csak a néhány lágygamma-ismétlő forrás jelent kivételt. A BATSE iránymérésének hibája legalább  $1^{\circ}6$ , az objektumok többsége esetében azonban ennél is jóval nagyobb. Pontosabb pozíciót a több űrszondából (pl. *BATSE*, *Ulysses*, *Wind*, *PVO*) alkotott bolygóközi hálózattal (*Interplanetary Network*, *IPN*) tudtak meghatározni. Ugyanazt a kitörést a különböző űreszközök – pillanatnyi helyüktől függően – más-más időkéssel érzékelik. Az időkések különbségéből háromszögeléssel lehet meghatározni a kitörés irányát. Mivel a bolygóközi szondák a Földtől távol vannak, a mért adataik is jelentős időkéssel érkeznek meg a Földre, ezért ez az eljárás sem tud gyors helyadatokat szolgáltatni. A megfigyelt nagyszámú BATSE esemény ellenére is sikertelen volt a kapcsolódó objektumoknak más (pl. optikai) hullámhossztartományban való azonosítása, és a források távolságának közvetlen meghatározása.

Az utófények terén az igazi áttörést az olasz–holland *BeppoSax* műhold hozta. Ez 1996–2002 között számos különböző eszközzel vizsgálta a gamma-

forrásokat a 0.1 – 300 keV közötti energiatartományban. A gammakitörések észlelésére szolgáló detektor mellett egy olyan nagylátószögű röntgentávcső is folyamatosan figyelte az eget, amely képes volt az irány pontos meghatározására. A gammakitörések kísérőjelenségei utáni, közel 30 éves keresés 1997. február 28-án hozott először eredményt az optikai tartományban. A BeppoSax WFC kamerája 1'-nél pontosabban meghatározta a kitörés helyét [5.], majd 20 órával később több nagy optikai teleszkóp, 4 héttel később pedig a Hubble-űrtávcső is észlelte a gyengülő utófényt [17.].

A kitörések gyors helymeghatározását segíti a *GRB Coordinates Network* (GCN) nevű hálózat, amely interneten keresztül akár már másodpercekkel az észlelés után képes riasztani a hálózat tagjait és közölni a koordinátákat. A gammakitörésekkel kapcsolatos egyéb megfigyelési adatokról általában elmondható, hogy nyilvánosan hozzáférhetők (erre már csak az utófények gyors megfigyelése miatt is szükség van). Ilyen adatforrások pl. a Compton műhold *BATSE* és *EGRET* műszereinek adatai, a *HETE* és a *BeppoSax* műholdak adatbázisa. Részben hozzáférhetők lesznek a nyilvánosság számára az *INTEGRAL* és a tervek szerint 2004 őszén pályára kerülő *SWIFT* mesterséges holdak adatai is.

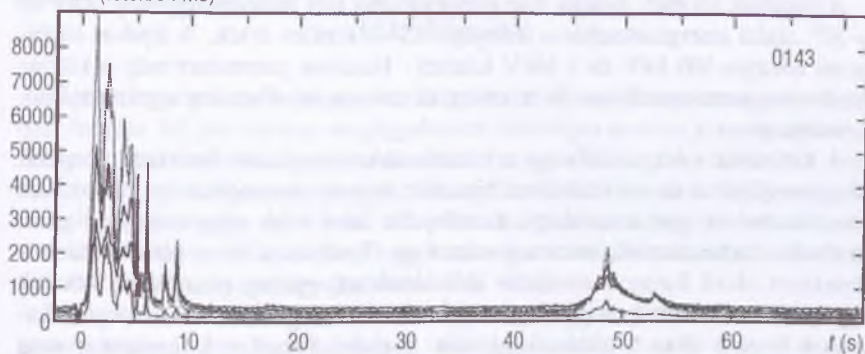
## A kitörések általános tulajdonságai

A gammakitörések egyedi, egymástól különböző események, azaz mind időbeli lefolyásuk, mind energiaspektrumuk különböző. A megfigyelés során a teljes észlelt energia (fluencia) általában  $10^{-7}$  –  $10^{-2}$  erg/cm<sup>2</sup> közötti. Az energia jelentős része a gammatartományba esik, ami arra utal, hogy a forrás nem termális sugárzást bocsát ki.

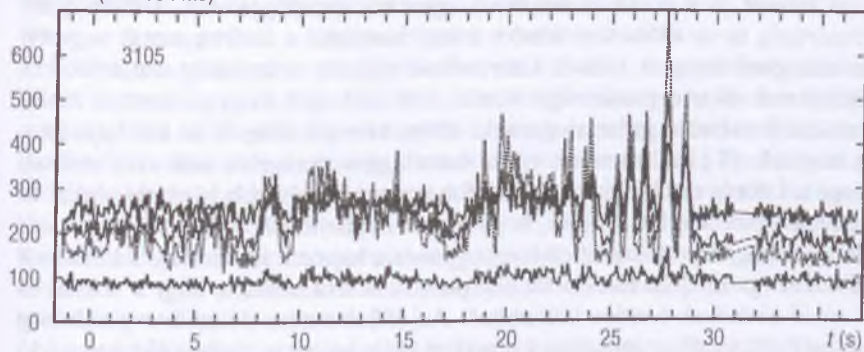
A kitörések hossza néhány ms-tól több 100 s-ig terjedhet. Mivel a kitörések már ezred másodperces skálán is sokfélék, osztályozásuk nehéz. A kitörések hosszának mérése – pontosan azok nagy változatossága miatt – szintén nem egyszerű: a legelterjedtebben használt ilyen integrális mennyiség a  $T_{90}$  hossz, ami azt méri, hogy a háttér feletti összesített beütésszám mennyi idő alatt éri el a teljes beütésszám 5%-áról indulva annak 95%-át [11.].

A legelső, nyilvánvaló csoportosítás szerint a gammakitöréseket időtartam szerint két csoportba lehet sorolni: a 2 s-nál rövidebb és az ennél hosszabb időtartamú kitörésekre. További vizsgálatok jelzik ugyan egy harmadik csoport határozott jelenlétét is, de még mindig vitatott, hogy ezt mérési és műszereffektusok, avagy valódi, fizikailag is különböző források hozzák létre [8., 9.].

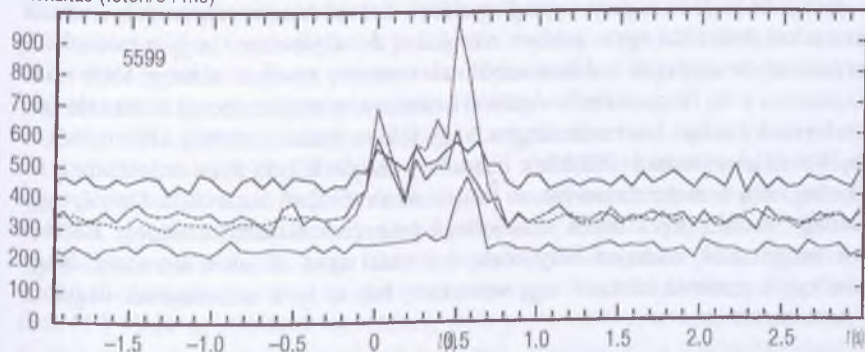
intenzitás (foton/64 ms)



intenzitás (foton/64 ms)



intenzitás (foton/64 ms)



4.2. ábra. Három gammakitörés fénygörbéje különböző energiasávokban mérve



A gammakitörések tipikus energiaspektruma tört hatványfüggvény, ahol az  $\sim E^\alpha$  alakú energiaszórás  $\alpha$  kitevője 0.5–2 közötti érték. A tipikus törésponti energia 100 keV és 1 MeV közötti. Hasznos paraméter még a különböző energiacsatornáknak mért energiák aránya, az esemény spektrumának keménysége.

A kitörések energiasűrűsége a kitörés időtartama alatt beérkező fotonok összenergiájából és az észlelésre használt műszer méreteiből számítható. A rövid kitörések gammaszínképe keményebb, azaz több nagy energiájú gammafotont tartalmaznak, mint a hosszabbak. Továbbá a rövid kitörésekben a detektort elérő fotonok rövidebb időközönként, esetleg csomókban követik egymást. Ez arra utal, hogy a két csoportban esetleg különböző fizikai folyamatok hozták létre a gammasugárzást – jóllehet ezeket a forrásokat nem ismerjük elég részletesen ahhoz, hogy teljesen megértsük működésüket.

A hosszú és a rövid kitöréseknél egyaránt összefüggés van a mért energiasűrűség és az időtartam között: minél hosszabb a kitörés, annál nagyobb az energiasűrűség. A hosszú kitöréseknél egyenes arányosság van a kitörés időtartama és energiasűrűsége között, ami arra utal, hogy az energia átalakulásának mértéke gammasugarakká többé-kevésbé állandó az idő folyamán. A rövideknél ezzel szemben ez az összefüggés gyengébb, ami arra utalhat, hogy a kitörés energiájának az idő folyamán egyre kisebb hányada alakul át gammasugarakká. Ez azt jelzi, hogy a „gamma-hajtómű” ekkor kevésbé hatékony, és nagyon valószínűtlen hogy ugyanaz a hajtómű hozza létre a kitörések mindkét típusát [3.]. Ezek a megállapítások is arra utalnak, hogy a hosszú és a rövid kitörések forrása különböző. Az időtartamban és az energiasűrűség időbeli változásában mutatkozó markáns különbséget a jövőben kidolgozandó elméleteknek számszerűen is meg kell magyarázniuk.

Az utófények és a gammamegfigyelések fontos bizonyítékot szolgáltatnak arra a kutatók által egyre jobban elfogadott feltételezésre, hogy a hosszú kitörések olyan csillagok robbanásából származnak, amelyek tömege több mint 30-szorosa a mi Napunkénak. A rövid kitörések ezzel szemben a különféle feltételezések szerint neutroncsillagok vagy fekete lyukak, esetleg akár mindkét objektumtípus összeolvadásának kozmikus tűzijátékából; ilyen objektumok fizikailag még nem pontosan ismert folyamatban történő összeroskadásból, vagy esetleg hasonló objektumok más jellegű összeroskadásából erednek. Bármelyik magyarázat bizonyul helyesnek, azt már most el lehet mondani, hogy mindegyik gammakitörésnél egy vadonatúj fekete lyuk születésének vagyunk a szemtanúi.



## Utófények

A jelenlegi észlelési módszerekkel a kitörést többnyire a gammatartományban fedezik fel. Az optikai megfigyeléshez szükséges pontos koordinátákat a röntgentartományban végzett mérésekkel határozzák meg. A statisztikák szerint nem minden olyan esetben sikerült optikai utófényt mérni, amikor egyéb fizikai adatok alapján ez várható lett volna. Az ilyen eseményeket nevezik „sötét” kitöréseknek. Válaszra vár, hogy ezek a gammakitörések miért különböznek az optikailag is megfigyelhetőktől.

Eddig csak a hosszú kitörések esetében figyeltek meg optikai utófényt. A gammatartományban észlelt jelenség néhány 10 s időtartamú, az optikai utófény azonban akár heteken keresztül is észlelhető. Az optikai felfénylés rövid ideig akár  $8^m$  is lehet, de gyorsan halványodik, és hamar eléri a  $18-22^m$  értéket – ez magyarázza a korábbi sikertelen észlelési kísérleteket.

A röntgentartományban körülbelül a hosszú kitörések negyede detektálható (de itt biztos, hogy a megfigyelési feltételek miatt kiválasztási hatások is fellépnek). Optikai utófényt eddig mintegy 50 esetben észleltek, általában ezek felénél még a rádiótartományban is kimutatható volt az utófény [7.]. Az optikai utófény alapján spektroszkópiai úton eddig összesen 37 kitörésnek határozták meg a vöröseltolódását vagy közvetlenül az utófény, vagy a felvillanáshoz kapcsolható galaxis spektroszkópiai vizsgálatával. Az eddig mért legnagyobb érték  $z = 3.4$ , de a statisztikai adatok alapján elképzelhető, hogy egyes források akár  $z \approx 20$ -nál is lehetnek [13.].

A gammakitörések eszközként szolgálhatnak arra, hogy ellenőrizzük a Világegyetem korábbi időszakában zajló csillagkeletkezésre vonatkozó elméleteket. A statisztika növekedésével várható, hogy a gammakitörések szerepet játszanak majd a kozmológia alapvető kérdéseinek megoldásában is: segítenek választ adni arra, hogy mekkora és milyen időszaki a Világegyetem, mennyi a tágulás sebessége és milyen a tágulási sebesség változása.

Az elmúlt időszakban számos kísérletet végeztek arra, hogy a konkrét optikai vöröseltolódásokkal kalibrálva más (pl. a BATSE katalógusbeli) kitörések vöröseltolódását is megbecsüljék. Ilyen, az egyes energiacsatornák közötti késés alapján történő becslés (lag-luminosity [15.]), a fénygörbék változékonysága és a forrás távolsága közötti összefüggés vizsgálata [16.], valamint a spektrális vizsgálaton alapuló gamma-fotometriai vöröseltolódás meghatározása [1.]. Ezek az eljárások ígéretesek, de a pontosabb eredményekhez növelni kell azoknak a megfigyeléseknek a számát, amelyeknél a vöröseltolódást is sikerült meghatározni.

Annál a néhány kitörésnél, amelynél ismerjük a vöröseltolódást is, meghatározható a forrás által a kitörés alatt (izotrop sugárzást feltételezve) kibocsá-

tott összenergia mennyisége. Ehhez összegezni kell a megmért rádió-, optikai, röntgen- és gammaenergiáját, majd a vöröseltolódásból meghatározott távolságot felhasználva kiszámítható az összenergia. Figyelemre méltó, hogy ez az összenergia nagyságrendileg mindegyik esetben ugyanakkora:  $10^{52}$  erg körüli. Ez azért is fontos, mert már korábban ismert volt az a tény, hogy a kitörések gammafényességének a belső szórása nagyobb, mint a távolságból eredő szórás. Az utófények részletes vizsgálata megkönnyítette a hosszú kitörések elméleti magyarázatát is.

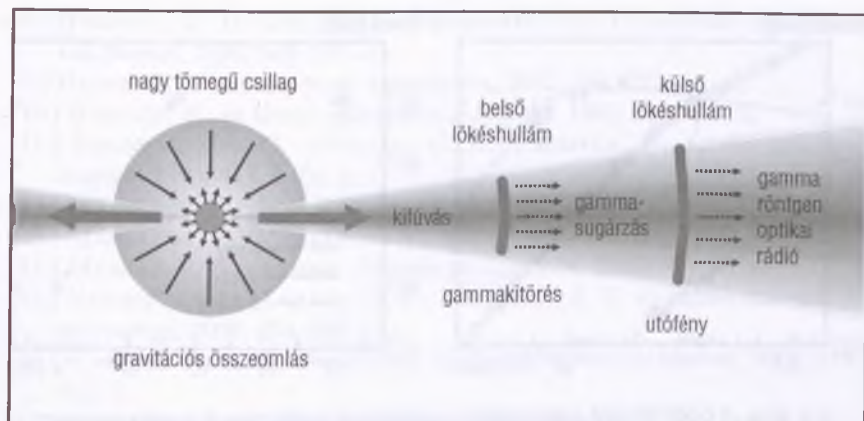
## Elméleti modellek

Kozmológiai távolságokban lévő forrás esetén a megfigyelésekből az következik, hogy izotrop sugárzást feltételezve a forrás a Nap nyugalmi tömegének nagyságrendjébe eső (akár  $10^{54}$  erg körüli) energiát bocsát ki. Minthogy a kitörések fénygörbéjében igen rövid időtartamú változások figyelhetők meg, ennek az energiának legfeljebb néhány kilométer méretű térrészben kell felszabadulnia. Ez azt jelenti, hogy egy elektron-pozitron és gammafoton tartalmú tűzgömb jön létre, amely relativisztikusan tágul. A megfigyelt nem termális jellegű spektrumok kizárják az izotrop sugárzást.

A ma leginkább elfogadott elképzelés szerint [12.] a hosszú gammakitörések nagy tömegű ( $> 30 M_{\odot}$ ) csillagok magjának kollapszusa során jönnek létre. Az összeroskadásnál az impulzuszóránymomentum megmaradása miatt az egyenlítőnél egy akkréciókorong keletkezik, lelassul az anyag behullása. A magban létrejövő fekete lyukba behulló anyag egy része a forgástengely irányában erősen kollimált, relativisztikus sebességgel mozgó nyalábot hoz létre, amely a csillag felszínét áttörve a kezdeti másodpercekben a gammatartományban sugároz, majd fokozatosan lelassulva a sugárzás csúcsa a röntgen- majd az optikai tartományba tolódik át.

A kilövellt nyalábban egy belső és egy külső lökéshullám alakul ki. A belső lökéshullám azért alakul ki, mert a kidobott relativisztikus nyaláb gyorsabb részei utoléri a lassúbb részeket, és összeütköznek velük. A kitörés során megjelenő gammasugárzást a belső lökéshullámban sugárzó elektronok szinkrotron sugárzással bocsátják ki. Mivel a nyaláb relativisztikusan, közel fénysebességgel halad ( $\Gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$  Lorentz-faktor akár több száz is lehet) a néhány keV-es sugárzást a kékeltoiódás miatt néhány száz keV körüli energiájúnak észleljük (természetesen a kozmológiai vöröseltolódás ellentétes irányba hat, csökkenti ezt az energiát).

Az utófény egy külső közeeggel (amilyen pl. a korábban kilökött csillagszél, vagy a környező csillagközi anyag) történő ütközésben kialakuló külső lökés-



4.3. ábra. A hosszú gammakitörések modellje

hullámban jön létre. Az itt kibocsátott izotrop összenergia sokkal kisebb, mint a kitörésben. A fénygörbe lefutása néha hatványfüggvényt követ, néha tört hatványfüggvényt, de van olyan is, amikor gyorsan megszűnik az utófény.

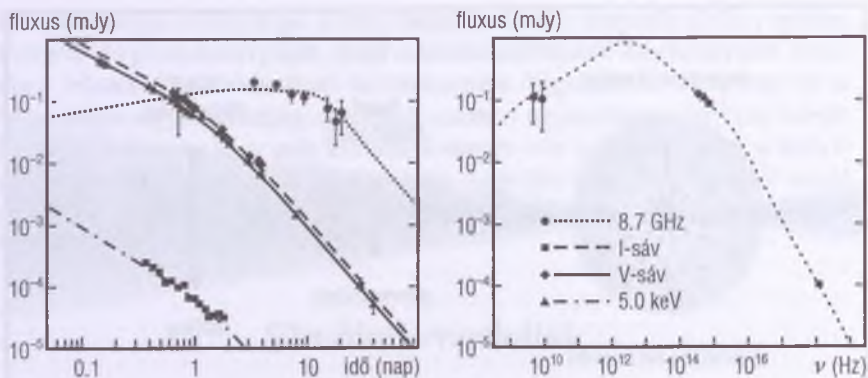
Az elméleti jóslatok az utófény fénygörbéjének megfigyelt törését is megjósolják: a nagy sebességű nyalábból a relativisztikus torzulás miatt csak egy kis részt látunk. Ahogy lassul a nyaláb, úgy nyílik a látószög, részben kompenzálva a lassulás miatti intenzitáscsökkenést. A törés akkor következik be, amikor ennek a kúpnak a mérete eléri a nyaláb teljes szélességét.

Az utófények töréspontjának meghatározásával megbecsülhető a nyalábok nyílásszögének eloszlása. Ugyanis ha a kialakuló nyaláb nyílásszöge kicsi, akkor a fénygörbében előbb következik be a törés. Sajnos ez ma inkább csak elméleti lehetőség. A megfigyelések statisztikáját az elkövetkezendő évek során javítani kell, hogy ezt a kérdést megbízhatóan tisztázni tudjuk. Ez azért is fontos, mert a valódi kibocsátott energiát csak a nyaláb méretének ismeretében tudjuk kiszámolni a mért adatokból (izotrópiát feltételezve).

A rövid kitörések eredhetnek neutroncsillag – neutroncsillag, fekete lyuk – neutroncsillag vagy fekete lyuk – fehér törpe pár összeütközéséből. Az összeolvadásnál az anyag nagy része a végső fekete lyukba kerül, de a modellezések szerint egy kb.  $0.1 M_{\odot}$ -nyi korong is létrejön. Az energiát – hasonlóan a hosszú kitörésekhez – szintén relativisztikus nyaláb viszi ki.

A gammakitörések nemcsak az elektromágneses spektrumban figyelhetők meg. Az elméleti becslések szerint a tűzgömbben keletkező  $10^{17} - 10^{19}$  keV energiájú neutrínókat esetleg már a légköri Cserenkov-detektorokkal, illetve a Déli-sarkra tervezett *ICECUBE* köbkilométeres detektorral észlelni lehet.





4.4. ábra. A GRB 990510 gammakitörés utófényének csökkenése és a mért spektrum

Az összeolvadó források esetén a kibocsátott gravitációs hullámot a jelenleg kiépítés alatt álló *LIGO* detektorral kísérlik meg észlelni, néhány eseményt jósolva évente.

Bár már ma is jelentős mennyiségű megfigyelési adat áll rendelkezésünkre, és számos (sikeresnek tűnő) elmélet próbálja megmagyarázni a gammakitörések eredetét, számos fontos kérdés máig tisztázatlan (ilyenek pl. a sötét kitörések problémája, a rövid kitörések távolsága, a forrásmechanizmusok, a polarizált jelek kérdése). A gammakitörések vizsgálatában a jelenleg működő *Intégreál* és *HETE-2* eredményei ellenére jelentős továbblépést és újabb, nagy mennyiségű adatot várhatóan csak újabb műholdak: 2004-ben a *SWIFT* és 2007-ben a *GLAST* pályára állítása jelent majd.

## Irodalom

- [1.] BAGOLY, Zs. és társai: *Astronomy & Astrophysics*, 2003, **398**, 919. o.
- [2.] BALÁZS, L. G.–MÉSZÁROS A.–HORVÁTH I.: *Astronomy & Astrophysics*, 1998, **339**, 1. o.
- [3.] BALÁZS, L. G. és társai: *Astronomy & Astrophysics*, 2003, **401**, 129. o.
- [4.] BONNEL, J. T.–KLEBESADEL, R. W.: in *3rd Huntsville Symposium on Gamma-Ray Burst*, AIP Conference Proceedings, 1996, **384**, 977. o.
- [5.] COSTA, E.: *IAU Circular*, 1997, **6533**.
- [6.] FISHMAN G. J.–MEEGAN C. A.–WILSON R. B. és társai: *Astrophysical Journal Supplement*, 1994, **92**, 229. o.
- [7.] GREINER, J. és társai: *Astronomy & Astrophysics Supplement Series*, 1999, **138**, 441. o.



- [8.] HAKKILA, J.–HAGLIN, D. J.–PENDLETON, G. N. és társai: *Astrophysical Journal*, 2000, **538**, 165. o.
- [9.] HORVATH, I.: *Astronomy & Astrophysics*, 2002, **392**, 791. o.
- [10.] HURLEY, K. és társai: *Astrophysical Journal*, 1999, **515**, 497. o.
- [11.] KOUVELIOTOU, C.–MEEGAN, C. A.–FISHMAN, G. J.: *Astrophysical Journal*, 1993, **413**, L101. o.
- [12.] MÉSZÁROS, P.: *Annual Review of Astronomy & Astrophysics*, 2002, 40. o.
- [13.] MÉSZÁROS, P.–MÉSZÁROS, A.: *Astrophysical Journal*, 1995, **449**, 9. o.
- [14.] MÉSZÁROS, A. és társai: *Astrophysical Journal*, 2000, **539**, 98. o.
- [15.] NORRIS, J. P.–MARANI, G. F.–BONNELL, J. T. és társai: *Astrophysical Journal*, 2000, **534**, 248. o.
- [16.] RAMIREZ-RUIZ, E.–FENIMORE, E. E.: *Astrophysical Journal*, 2000, **539**, 712. o.
- [17.] VAN PARADIJS, J. és társai: *Nature*, 1997, **386**, 686. o.

---

### Helyesbítés

A *Csillagászati évkönyv 2004* kötetének 244. oldalán, PARAGI ZSOLT Mikrovázárak című cikkében a Lorenz-faktor képlete hibásan jelent meg. A helyes képlet:

$$\Gamma = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Sándor Zsolt

# Rezonanciák bolygórendszerekben

## Bevezetés

Az égi mozgások, ezen belül a bolygók mozgásának tanulmányozása a csillagászat legősibb ága. Az ókorban és a középkorban a bolygók mozgását az égi harmónia tükröződésének tartották. A 18. század nagy matematikusai szintén meg voltak győződve arról, hogy az általuk kifejlesztett és igen magas szinten alkalmazott perturbációszámítási módszerek segítségével a bolygók mozgása egyre nagyobb pontossággal előre jelezhető. Ez az elképzelés a 19. század végére, POINCARÉ kutatásai nyomán dőlt meg. Világossá vált, hogy a bolygók mozgását leíró differenciálegyenletek megoldására kidolgozott perturbációszámítási módszerekkel, végtelen sorok alakjában kapott megoldások a bolygók pontos viselkedését tetszőlegesen hosszú időtartamra már nem írják le. Olyan megoldás, amely tetszőleges időpillanatban pontosan megadná egy bolygó mozgását — a kéttestproblémát leszámítva — nem létezik. Egy bolygó mozgását már akkor sem lehet tökéletesen pontosan megadni, ha csupán egyetlen másik bolygó zavaró hatását vesszük figyelembe.

A 20. század közepétől, az elektronikus számítógépek megjelenését követően az égitestek mozgása numerikus szimulációk segítségével is vizsgálható. A nagybolygók mozgásának egyre pontosabb megadása mellett a modern égi mechanikai kutatások során egyre inkább előtérbe kerültek azok a vizsgálatok, melyek a rendszer egészének dinamikai tulajdonságait térképezik fel. Az égi mechanika ezen új programja az igen gyorsan fejlődő számítógépek segítségével már szép sikereket ért el. A numerikus vizsgálatokkal párhuzamosan tovább bővültek az elméleti ismereteink — főleg a kaoszelmélet terén. Az elméleti megfontolások, valamint azok numerikus szimulációk során történő megerősítése nagyban segítette és segíti a még megválaszolatlan, vagy az újonnan felmerülő problémák megoldását. A naprendszerbeli mozgások megismerésére korábban kifejlesztett módszereket sikerrel lehet alkalmazni a nemrégiben felfedezett exobolygórendszerek dinamikájának vizsgálatára is. A már felfedezett, illetve a jövőben felfedezendő bolygórendszerek vizsgálata újabb ösztönzést jelent az égi mechanikai kutatások számára is.

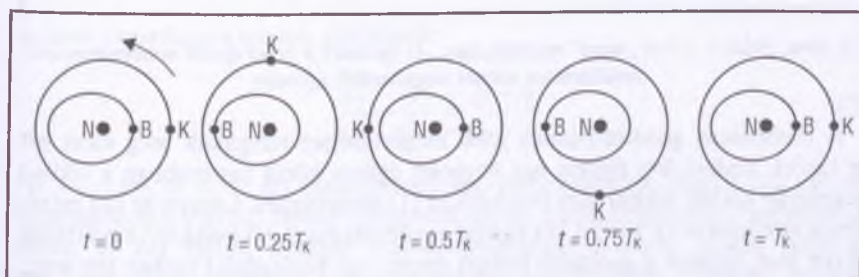
Ebben a tanulmányban a rezonancia jelenségét vizsgáljuk a Naprendszer, valamint különböző exobolygórendszerek esetében. Megmutatjuk, hogy ez a fő dinamikai mechanizmus, amely megszabja a bolygórendszerek viselkedését.

## A rezonancia jelensége

A rezonancia az égi mechanikában azt jelenti, hogy az égitestek egymáshoz viszonyított elhelyezkedése szabályos időközönként ismétlődik. A legkönnyebben az az eset tárgyalható, amikor két égitest középmozgás-rezonanciában van egymással. Ennek a feltétele az, hogy

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{p+q}{p}, \quad (1)$$

ahol  $n_1$  a belső (a központi égitesthez közelebb keringő),  $n_2$  a külső (a központi égitesttől távolabb keringő) égitest középmozgása (azaz egy keringésre átlagolt szögsebessége),  $p$  és  $q$  pedig relatív prímuszámok. Mit jelent az, hogy  $n_1/n_2 = 2/1$ ? Ekkor az igaz, hogy a belső égitest kétszer kerül meg a központi égitestet, amíg a külső égitest egy keringést végez. A következőkben – egyszerű geometriai megfontolásokat figyelembe véve – megmutatjuk, hogy egy rezonancia miként vezet a két égitest stabil, azaz „jó”, valamint instabil, azaz „rossz” találkozásainak ismétlődéséhez.

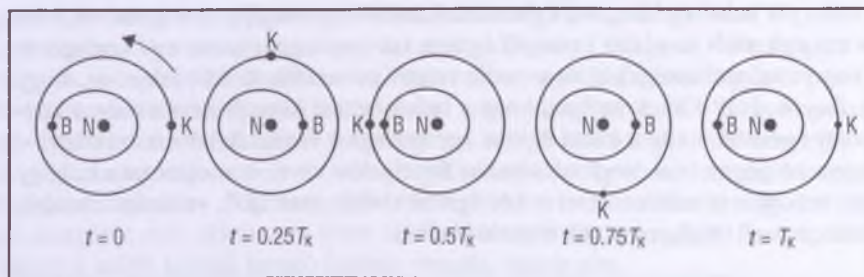


5.1. ábra. Példa a 2:1-es „jó” rezonanciára. Látható, hogy a jó rezonancia esetén a két égitest soha nem kerül egymáshoz veszélyes közelségbe

Tegyük fel, hogy a belső égitest elliptikus, a külső égitest pedig körpályán kering. Indítsuk az 5.1. ábrán látható módon a két égitestet egy vonalról úgy, hogy a belső égitest perihéliumból induljon. A külső égitest egy negyed keringése után a belső égitest aphéliumba kerül. A külső égitest újabb negyed

keringési periódusát követően a belső égitest ismét perihéliumba kerül. Míg a külső égitest befejezi a központi égitest körüli teljes keringését a belső égitest ismét perihéliumba kerül, tehát visszakaptuk a kiindulási helyzetet. Az ábrát tanulmányozva megállapítható, hogy a két égitest nem kerül közel egymáshoz.

Induljon most a belső égitest aphéliumból, a külső égitest pedig úgy, ahogy az előző esetben. A külső égitest egy fél keringési ideje után a belső égitest ismét aphéliumba kerül, és az 5.2. ábrán látható módon a két égitest igen közel kerül egymáshoz. Ez a konfiguráció a külső égitest periódusidejének megfelelően ismétlődik. A két égitest közelsége miatt azok egymásra gyakorolt gravitációs zavaró hatása maximális, és a konfiguráció ismétlődése miatt a két égitest mozgása instabillá válik. Az első esetben tehát a rezonancia a stabil, „jó” találkozások ismétlődésével jár, a második esetben viszont az instabil, „rossz” találkozásokéval. A rezonanciák tehát stabilizálhatják az égitestek mozgását, megtartva őket stabil pályájukon, de fordított hatás is előfordulhat. A Naprendszerben, mint látni fogjuk, mindkét esetre található példa.



5.2. ábra. Példa a 2:1-es „rossz” rezonanciára. Az égitestek a belső égitest apocentrumánál rendszeresen erősen megközelítik egymást

A rezonancia geometriájának jobb megértéséhez vizsgáljuk meg most azt az esetet, amikor két égitest egy nagyobb égitest körül ugyanabban a síkban körpályán kering. Ekkor újra felírható az (1) összefüggés. Legyen az idő mérésének kezdetekor ( $t = 0$ ) a két égitest együttállásban. A következő együttállás akkor lesz, amikor a gyorsabb bolygó éppen egy keringéssel többet tett meg, mint a lassúbb

$$n_1 t - n_2 t = 2\pi. \quad (2)$$

Két egymást követő együttállás közötti időtartam az együttállások  $T_e$  periódusa:

$$T_e = \frac{2\pi}{n_1 - n_2}. \quad (3)$$



Az (1) összefüggést átalakítva kapjuk, hogy  $n_1 p - n_2(p + q) = 0$ , továbbá  $n_1 - n_2 = n_2 q/p$ . Ez utóbbit felhasználva az együttállások periódusa:

$$T_e = \frac{p}{q} \cdot \frac{2\pi}{n_2} = \frac{p}{q} T_2 = \frac{p+q}{q} T_1, \quad (4)$$

ahol  $T_1$  és  $T_2$  a megfelelő égitest keringési periódusa. A (4) egyenlőséget  $q$ -val megszorozva kapjuk, hogy:

$$qT_e = pT_2 = (p+q)T_1. \quad (5)$$

Ha  $q = 1$ , akkor a belső égitest  $p + 1$ , a külső pedig  $p$  keringést tesz meg két egymást követő együttállás között. Nyugvó koordináta-rendszerből nézve ez mindig ugyanannál a pálya menti hosszúságnál következik be. Általánosan elmondható, hogy minden  $q$ -adik együttállás ugyanannál a pálya menti hosszúságnál jön létre. (Egy égitest  $\lambda$  pálya menti hosszúsága az égitestnek egy adott kiindulási iránytól vett közepes pálya menti helyzetét írja le, mely síkbeli esetben  $\lambda = \varpi + M$ , ahol  $\varpi$  a pericentrum hosszúsága,  $M$  a középanomália.)

Érdekes a rezonancia geometriáját abban az esetben is megvizsgálni, amikor a belső bolygó körpályán mozog, azaz  $e_1 = 0$ , a külső bolygó pedig egy  $\varpi_2$  szögsebességgel forgó  $e_2$  excentricitású ellipszispályán kering ( $\varpi_2$  a külső bolygó pericentrum-hosszúsága). Figyelembe véve a külső pálya forgását is, a rezonancia feltétele ekkor a következőképpen írható:

$$(p+q)n_2 - pn_1 - q\varpi_2 = 0. \quad (6)$$

A fenti összefüggés tovább alakítható:

$$\frac{n_1 - \varpi_2}{n_2 - \varpi_2} = \frac{p+q}{p}. \quad (7)$$

Az  $n_1 - \varpi_2$  és  $n_2 - \varpi_2$  mennyiségek úgy értelmezhetők, mint a két égitest középmozgása a külső égitest pályájával együtt forgó koordináta-rendszerből nézve. A két égitest minden  $q$ -adik együttállása a külső égitest pályájának ugyanazon pontjánál jön létre, de az együttállások helyzetei nyugvó koordináta-rendszerből nézve mindig változnak. A (6) összefüggésnek megfelelő rezonanciaváltozó

$$\phi = (p+q)\lambda_2 - p\lambda_1 - q\varpi_2. \quad (8)$$

A két égitest együttállása esetén  $\lambda_1 = \lambda_2$ , ekkor

$$\phi_c = q(\lambda_2 - \varpi_2) = q(\lambda_1 - \varpi_2), \quad (9)$$

mely az együttállások helyét adja meg a külső pálya pericentrumához képest. A két égitest akkor áll középmozgás-rezonanciában egymással, ha fennáll az (1) összefüggés, és emellett a (8) által definiált  $\phi$  rezonanciaváltozó az együttállások ( $\phi_e$ ) helye körül ingadozik, szaknyelven szólva *librál*.

A Naprendszerben a középmozgás-rezonanciák mellett fellépnek *szekuláris rezonanciák* is. Ezek a pályasíkok, illetve a pályasíkon belül, a pályák körbefordulási szögsebességeivel kapcsolatosak. Két égitest például akkor áll szekuláris rezonanciában egymással, ha pályasíkjuk azonos szögsebességgel fordul körbe. A fenti példán kívül a szekuláris rezonanciák másféle módon is kialakulhatnak. A középmozgás-rezonanciákkal ellentétben, nem ismeretes még példa arra, hogy két égitest pályája stabillá vált volna a köztük fennálló szekuláris rezonancia hatására.

## Rezonanciák a Naprendszerben

Középmozgás-rezonanciára több példát ismerünk naprendszerbeli és különböző exobolygórendszerekben lévő égitestek esetében is. A következőkben azokat az eseteket ismertetjük, amikor egyedi égitestek állnak egymással különböző arányú középmozgás-rezonanciában. Ezen esetekben a rezonancia a stabil konfiguráció ismétlődését jelenti, ugyanis az instabil helyzetek ismétlődése az egymással rezonanciában lévő égitestek pályáját instabillá teszi, így a közöttük lévő rezonancia igen gyorsan felbomlik.

### A Neptunusz és a Plútó rezonanciája

A naprendszerbeli rezonanciák többsége a Jupiter és a kisbolygók, illetve néhány nagybolygó holdjai között áll fenn. Ismerünk azonban például két nagybolygó közötti rezonanciára is: a *Neptunusz* és a *Plútó* 3:2 arányú középmozgás-rezonanciában kering. Ismeretes, hogy a Plútó excentricitása nagy ( $e = 0.25$ ), ezért perihéliuma 0.2 AU-val a Neptunusz pályáján belül van<sup>1</sup>. A két bolygó pályájának az ekliptika síkjára eső vetületei tehát metszik egymást, sőt, a pályák a valóságban is majdnem keresztezik egymást. Jogosan merült fel tehát a kérdés, vajon megközelítheti-e egymást a két bolygó a Plútó perihéliuma környékén?

A kérdés eldöntésére C. COHEN és munkatársai (1972) 1 millió éves időtartamra numerikusan integrálták a Plútó és a Neptunusz mozgásegyenleteit. Azt az eredményt kapták, hogy a két bolygó együttállásai a Plútó aphéliumának környékén következnek be. Ennek az az oka, hogy a Neptunusz és Plútó

---

1. Ez jól látható az évkönyv 85. oldalán.

középmozgása  $n_N = 21''.5/\text{nap}$ , illetve  $n_P = 14''.2/\text{nap}$ , tehát a két bolygó között 3:2-es középmozgás-rezonancia van. A Neptunusz és Plútó esetén a

$$\phi = 3\lambda_P - 2\lambda_N - \varpi_P \quad (10)$$

rezonanciaváltozó – Cohen és munkatársai eredményei szerint –  $180^\circ$  körül  $\Delta\phi = 76''$  amplitúdóval, 19670 éves periódussal librál. Így a Neptunusz és Plútó együttállásai a Plútó aphéliumának  $76''$ -os környezetében következnek be. A két bolygó között lévő 3:2 arányú középmozgás-rezonancia szabályozza be a két bolygó mozgását úgy, hogy azok egymást minél jobban elkerüljék (így 18 AU-nál közelebb nem kerülnek egymáshoz).

## A nagy egyenlőtlenység

Ismeretes, hogy a Jupiter és Szaturnusz között közel 5:2-es középmozgás-arány áll fenn, melynek hatására mindkét bolygó esetében nagy amplitúdójú és hosszú periódusú perturbációk lépnek fel. Ezen középmozgásarány mellett a

$$\phi = 5\lambda_S - 2\lambda_J - \varpi_S \quad (11)$$

rezonanciaváltozó, az úgynevezett *nagy egyenlőtlenység* nem librál, hanem  $0^\circ$ -tól  $360^\circ$ -ig változik, vagyis *cirkulál*, így a Jupiter és Szaturnusz nincsenek egymással középmozgás-rezonanciában.

## A Jupiter-holdak többszörös rezonanciája

Az egyik legismertebb rezonancia a Naprendszerben a Jupiter Galilei-féle holdjai között áll fenn. Az *Io*, az *Europa* és a *Ganymedes* többszörös rezonanciát valósít meg. Felírva a három hold középmozgásait:  $n_I = 203''.4889554/\text{nap}$ ,  $n_E = 101''.3747246/\text{nap}$ ,  $n_G = 50''.31760922/\text{nap}$ , azt kapjuk, hogy

$$\begin{aligned} n_I - 2n_E &= 0''.7395062024/\text{nap}, \\ n_E - 2n_G &= 0''.739501457/\text{nap}. \end{aligned} \quad (12)$$

Az *Io* az Európával és az *Europa* a Ganymedesszel 2:1 arányú középmozgás-rezonanciában állnak. A fenti összefüggésekből adódik a híres Laplace-összefüggés:

$$n_I - 3n_E + 2n_G = 0''.0000000567/\text{nap}. \quad (13)$$

A rezonanciaváltozók a többszörös rezonancia miatt az alábbiak szerint írható:

$$\begin{aligned}\phi_1 &= 2\lambda_I - 3\lambda_E + 2\lambda_G, \\ \phi_2 &= 2\lambda_E - \lambda_I - \varpi_I, \\ \phi_3 &= 2\lambda_E - \lambda_I - \varpi_E, \\ \phi_4 &= 2\lambda_G - \lambda_E - \varpi_E.\end{aligned}\tag{14}$$

A  $\phi_1$  rezonanciaváltozó  $180^\circ$  körül  $0.03$  amplitúdóval oszcillál. A  $\phi_2$  és  $\phi_4$  rezonanciaváltozó a  $0^\circ$  körül, a  $\phi_3$  pedig  $180^\circ$  körül ingadozik néhány fokos amplitúdóval. Ezen ingadozások periódusa mindegyik esetben kb. 450 nap. A rezonanciaváltozók vizsgálatából kimutatható, hogy a három hold nem lehet együttállásban a Jupiter ugyanazon az oldalán.

Vizsgáljuk először az Europa és a Ganymedes együttállását! Ekkor  $\lambda_E = \lambda_G$ , mely a (13) Laplace-összefüggés szerint azt eredményezi, hogy  $\phi_1 = \lambda_I - \lambda_E \approx 180^\circ$ , azaz az Io az Európával és így a Ganymedesszel is átellenes oldalon helyezkedik el.

Az Io és az Europa együttállásakor  $\lambda_I = \lambda_E$ , ekkor szintén a Laplace-összefüggés szerint  $2\lambda_G - 2\lambda_E \approx 180^\circ$ , innen  $\lambda_G - \lambda_E \approx 90^\circ$ , azaz a Ganymedes az Iótól és az Európától is  $90^\circ$ -kal eltérő pályamenti helyzetben van.

Az Io és a Ganymedes együttállásának feltételéből ( $\lambda_I = \lambda_G$ ) a Laplace-összefüggés segítségével megállapítható, hogy az Europa hozzájuk képest  $60^\circ$ -ra vagy  $180^\circ$ -ra helyezkedhet el.

A (14) összefüggések segítségével kimutatható, hogy az Europa és a Ganymedes együttállásakor az Europa perijoviumban, az Io és Europa együttállásakor az Io perijoviumban, míg az Europa apojoviumban helyezkedik el. A három hold együttállásakor kialakuló konfigurációkat az 5.3. ábra mutatja. Végezetül megemlítjük, hogy a konfigurációk

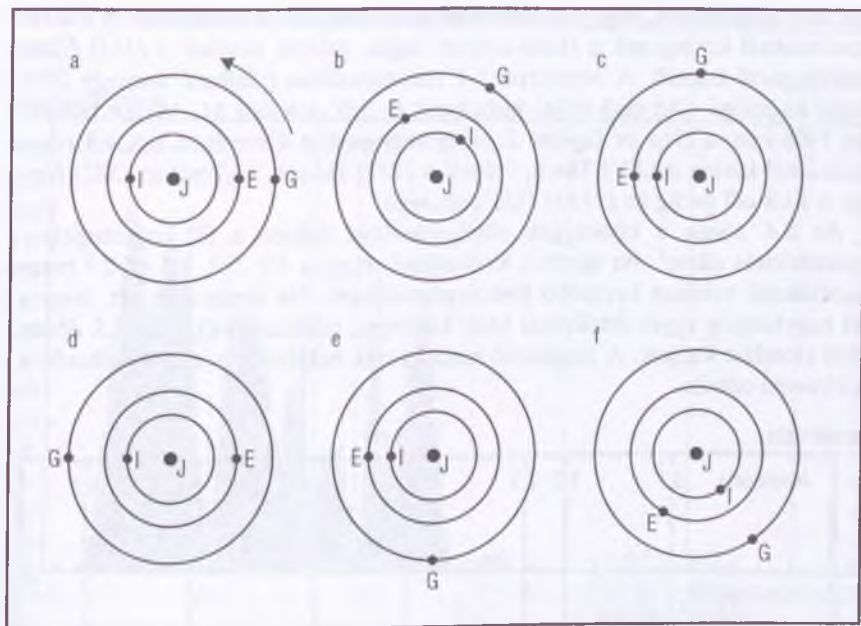
$$T = 2 \frac{2\pi}{n_I - n_E} \approx \frac{2\pi}{n_E - n_G} \approx 3 \frac{2\pi}{n_I - n_G} \tag{15}$$

periódussal ismétlődnek. Ezen idő alatt az Io négyszer, az Europa kétszer, míg a Ganymedes egyszer kerüli meg a Jupitert.

A Jupiter három holdjának mozgását a Jupiter lapultságából származó perturbációk, valamint a dagályfejlődés is igen erősen befolyásolja. A rezonanciák megléte arra utal, hogy a fenti perturbációk hosszú távon egyensúly kialakulásához vezettek.

A Jupiter mellett a Szaturnusz holdjai között is vannak rezonáns holdpárok. A *Mimas* és *Thethys*, valamint az *Enceladus* és *Dione* között 2:1 arányú, míg a *Titan* és *Hyperion* között 4:3 arányú középmozgás-rezonancia áll fenn. A holdak együttállásukkor a rezonanciák hatására mindhárom esetben – de a





5.3. ábra. Az Io, Europa és a Ganymedes együttállásaikor kialakuló konfigurációk

nagy excentricitások miatt főként a két utóbbi holdpár esetében — a lehető legjobban elkerülik egymást, mozgásuk ezáltal maradhat stabil hosszú időn át is.

## Rezonanciák kisbolygók és a Jupiter között

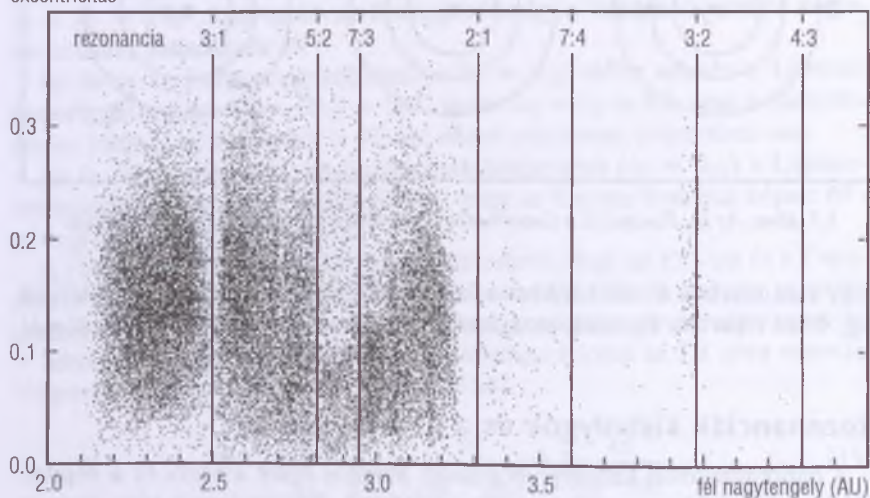
A naprendszerbeli kisbolygó-populáció jelentős része a Mars és a Jupiter pályája közötti fő aszteroidaövezetben található. Régóta ismert tény, hogy a főövbeli kisbolygók dinamikáját a Jupiter által okozott gravitációs perturbációk határozzák meg, melyek elsősorban a különböző rezonanciákon keresztül fejtik ki hatásukat. A kisbolygók eloszlását végső soron a Jupiterrel fennálló középmozgás- és szekuláris rezonanciák alakították ki.

D. KIRKWOOD 1867-ben azt a meglepő felfedezést tette, hogy a kisbolygók nem egyenletesen töltik ki a Mars és a Jupiter közötti tartományt, hanem a pálya fél nagytengelyének bizonyos értékeinél — melyek a Jupiterrel 3:1, 5:2, 7:3 és 2:1 rezonanciáknak felelnek meg — eloszlásukban minimum figyelhető meg. Ezeket a minimumhelyeket — felfedezőjük tiszteletére — *Kirkwood-zónáknak* nevezzük. Ha a Jupiterhez közelebbi rezonanciákat vizsgáljuk, ak-

kor azt tapasztaljuk, hogy ott kisbolygó-csoportosulások találhatók. A 3:2 rezonanciánál keringenek a *Hilda-csoport* tagjai, melyek nevüket a (153) *Hilda* kisbolygóról kapták. A Jupiterrel 1:1 rezonanciában található mintegy 2000 *trójai* kisbolygó. (Az első trójai kisbolygót az 588 *Achillest* M. WOLF fedezte fel 1906-ban, a Nap és Jupiter  $L_4$  Lagrange-pontja környékén.) A 4:3 rezonanciánál kering a (279) *Thule*, 7:4-nél a (721) *Tabora*, 12:7-nél az (522) *Helga*, a 13:8-nál pedig az (1144) *Oda* kisbolygó.

Az 5.4. ábrán a kisbolygók elhelyezkedése látható a fél nagytengely – excentricitás síkon<sup>2</sup>. Az ábráról leolvasható, hogy a 3:1, 5:2, 7:3 és 2:1 rezonanciáknak valóban kevesebb kisbolygó található. Ha ábrázoljuk azt, hogy a fél nagytengely egyes értékeinél hány kisbolygó található, akkor az 5.5. ábrán lévő eloszlást kapjuk. A megfelelő rezonanciák helyén itt is megfigyelhetők a Kirkwood-zónák.

excentricitás



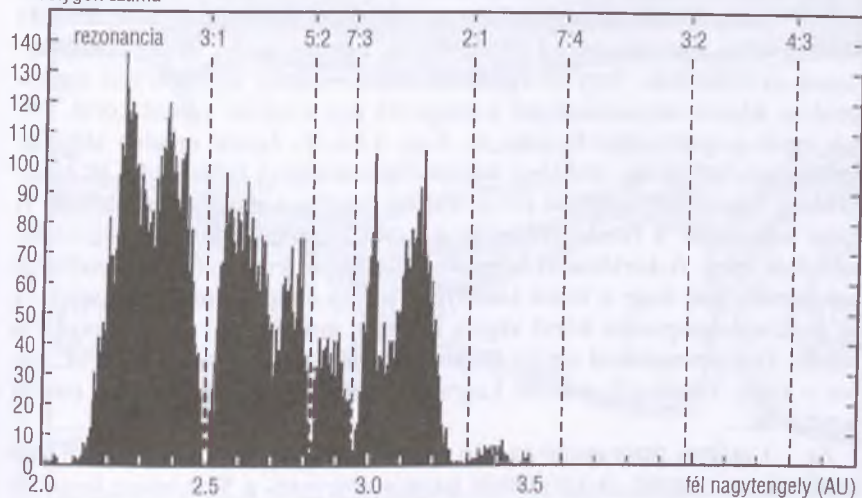
5.4. ábra. A kisbolygók elhelyezkedése a fél nagytengely – excentricitás síkon. A megfelelő fél nagytengely értéknél bejelöltük a fontosabb középmozgás-rezonanciákat

A fenti példákból látható, hogy a rezonanciák hatása ellentmondásos: egyrészt üresedéseket okoznak, másrészt hatásukra kisbolygó-csoportosulások jönnek létre. A továbbiakban a kisbolygó-csoportosulásokkal foglalkozunk, melyek esetében éppen a rezonancia mechanizmusa óvja meg az égitesteket

2. Az adatok forrása a *Jet Propulsion Laboratory* naprendszer-dinamikai csoportjának honlapja: [ssd.jpl.nasa.gov](http://ssd.jpl.nasa.gov)

az erős perturbációktól, s ezáltal mozgásuk hosszú időn keresztül is stabil marad.

kisbolygók száma



5.5. ábra. A kisbolygók fél nagytengely szerinti eloszlása. A 3:1, 5:2, 7:3 és 2:1 középmozgás-rezonanciáknak megfelelő értékeknél az eloszlásban minimumok, a Kirkwood-zónák figyelhetők meg

### A 3:2 rezonancia

Mint már említettük, a Jupiterrel 3:2 arányú középmozgás-rezonanciában található a Hilda-csoport. A csoportot alkotó kisbolygók  $a = 3.9-4$  AU fél nagytengelyű és  $e = 0.1-0.2$  excentricitású pályákon keringenek. J. SCHUBART (1968) kimutatta, hogy a Hilda-kisbolygóhoz tartozó rezonanciaváltozó

$$\phi = 3\lambda_J - 2\lambda - \varpi \quad (16)$$

$0^\circ$  körül  $40^\circ$ -os amplitúdóval és 270 éves periódussal librál. Az együttállások a Hilda kisbolygó perihéliumának környékén jönnek létre ( $\varpi = \lambda_J$ ), így a kisbolygó elkerüli a Jupiter közelségét. Ez a viselkedés jellemzi a Hilda-csoport összes tagját. Ha a szekuláris rezonanciák hatását is figyelembe vesszük, akkor kimutatható, hogy az  $e = 0.3$  excentricitás értéknél egy kaotikus tartomány kezdődik, amely természetes határt jelent a Hilda-csoport stabilitási tartományának kiterjedésére nézve. Mint a Kirkwood-zónák ismertetésénél látni fogjuk, a 3:2-es rezonancia szerkezete a 2:1-es rezonanciáéra hasonlít, ez utóbbiban azonban csak igen csekély számban vannak kisbolygók.



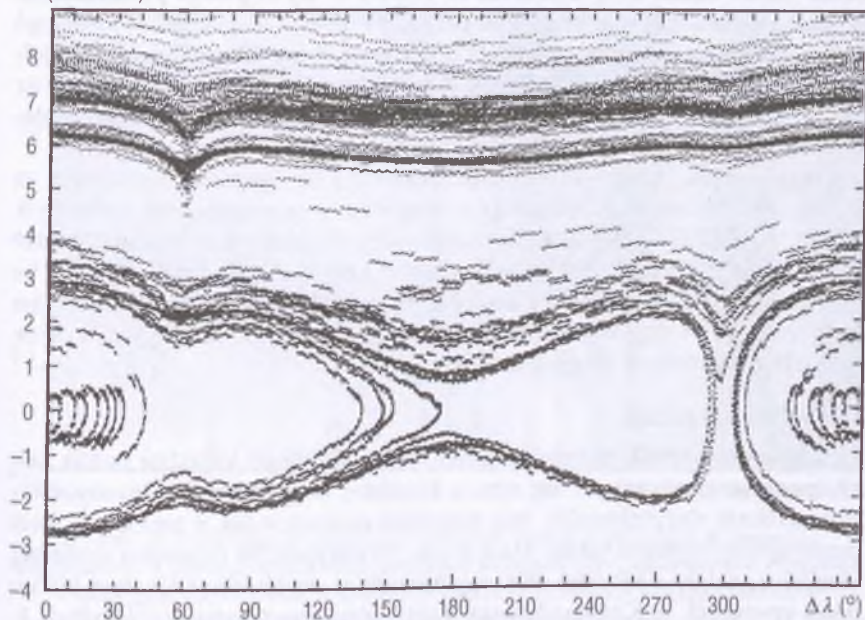
## Az 1:1-es rezonancia és a koorbitális mozgások

A kisbolygók egyik igen népes csoportja, a trójai kisbolygók szintén rezonancia hatására végzik stabil mozgásukat. A trójai kisbolygók a Jupiterrel 1:1 arányú középmozgás-rezonanciában vannak. Ez utóbbi rezonáns viselkedés némileg eltér a korábbiakban említettektől, ugyanis az 1:1 arányú rezonanciának az a feltétele, hogy az egymással rezonanciában álló égitestek ugyanazzal az átlagos szögsebességgel keringjenek egy központi égitest körül. Ennek egyik megvalósulási formája az, hogy a három égitest minden időpillanatban közelítőleg egy szabályos háromszög csúcaiban helyezkedik el, kielégítve a háromtest-probléma jól ismert háromszög Lagrange-megoldását. A trójai kisbolygók, a Jupiter, valamint a Nap közelítőleg a fenti konfigurációt valósítják meg. A korlátozott háromtest-probléma terminológiáját használva azt mondhatjuk, hogy a trójai kisbolygók a Nap–Jupiter rendszer stabil  $L_4$  és  $L_5$  Lagrange-pontjai körül végzik librációs mozgásukat. Ha a mozgást a Jupiter középmozgásával együtt forgó koordináta-rendszerben vizsgáljuk, akkor a trójai kisbolygók a stabil Lagrange-pontok körüli *ebihal* alakú pályán mozognak.

Az 1:1 arányú rezonanciában álló égitestek a koorbitális mozgások tágabb osztályába tartoznak. A koorbitális mozgás elnevezés a Szaturnusz *Janus* és *Epimetheus* nevű koorbitális holdjaitól származik. A koorbitális szó maga arra utal, hogy az égitestek közel azonos pályán mozognak. A Janus–Epimetheus holdpárt a *Voyager 1* űrszonda fedezte fel 1980 februárjában. Az akkori pályaelemeikből (főleg a fél nagytengely egymáshoz nagyon közeli értékeiből) a két hold ütközése is elképzelhető lett volna. Hamar kiderült azonban, hogy ha a Janus és az Epimetheus mozgását az egyik hold átlagos szögsebességével forgó koordináta-rendszerből nézzük, akkor ezek az égitestek *lópatkó* alakú pályát írnak le. A két hold átlagos szögsebessége megegyezik, ezért mondhatjuk, hogy a Janus és Epimetheus 1:1 arányú középmozgás-rezonanciában van egymással. A lópatkó alakú pályákat a korlátozott háromtest-problémában a fenti holdpár felfedezése előtt is ismerték. Az így mozgó égitest az  $L_4$ ,  $L_3$  és  $L_5$  Lagrange-pontokat körülfogó pályán kering, ha mozgását a szokásos forgó koordináta-rendszerből nézzük.

Koorbitális mozgást valósít meg bármelyik hold is a bolygója körül, ha a hold mozgását úgy tekintjük, mintha az a Nap körül keringene. Dinamikai szempontból azok az esetek érdekesek, amikor az illető hold kívül esik a bolygó *Hill-szféráján*. (Hill-szférán azt a gömböt értjük, melynek sugarán belül a bolygó gravitációs hatása a dominál a külső gravitációs hatásokkal szemben.) Az ilyen holdak általában nagy excentricitású pályán, retrográd irányban keringenek.



$\Delta a$  (0.001 AU)

5.6. ábra. A (3753) Cruithne kisbolygó koorbitális dinamikája. Látható, amint a kisbolygó az  $a = 1$  AU körül a Föld koorbitális kísérőjévé vált

Koorbitális mozgásra a földközeli kisbolygók esetében is ismerünk példákat. WIEGERT és munkatársai (1997) kimutatták, hogy a Földnek van egy olyan kísérője, a (3753) Cruithne kisbolygó, mely a Föld átlagos középmozgásával forgó koordináta-rendszerben lópatkó alakú pályán mozog, úgy, hogy közben retrográd hold pályán a Föld mellett is elhalad. Elméleti megfontolások és numerikus vizsgálatok segítségével kimutatták, hogy nagy excentricitás és inklináció esetében a különböző koorbitális pályák egymásba is átmehetnek. Így egy nagy excentricitású földközeli kisbolygó mozoghat összetett retrográd hold–ebihal, vagy retrográd hold–lópatkó alakú pályán. A (3753) Cruithne ( $e = 0.5$ ,  $i = 19.8^\circ$ ) jelenleg összetett, retrográd hold–lópatkó alakú pályán mozog. A Cruithne csak időlegesen van a Földdel 1:1-es rezonanciájú pályán, további sorsa bizonytalan. A kisbolygó viselkedése – a mozgásegyenletek numerikus integrálása szerint – az elkövetkező 200 000 évre az 5.6. ábrán látható. Az ábra vízszintes tengelyén a kisbolygó Földhöz viszonyított közepes pályamenti hosszúsága, a függőleges tengelyen a kisbolygó fél nagytengelye látható. Az ábráról leolvasható, hogy esetenként a kisbolygó

olyan pályán halad, mely körülöleli az  $L_4$ ,  $L_3$  és  $L_5$  Lagrange-pontokat, miközben a Föld körül retrográd hold pályán a Földet is megkerüli. A kisbolygó kiszabadulhat az 1:1-es rezonanciából, ekkor mozgása elveszti koorbitális jellegét. Mivel a földközeli kisbolygók dinamikája nagymértékben kaotikus, az 5.6. ábrán látható viselkedés csak időszakosnak tekinthető, a kisbolygó végleges sorsáról nem tudunk bizonyosat mondani.

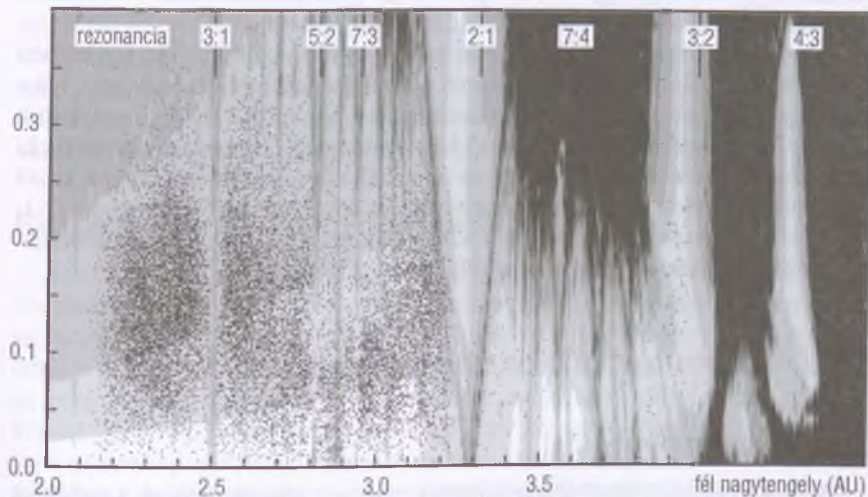
Megjegyezzük, hogy a koorbitális viselkedés általánosnak mondható az  $a \approx 1$  AU fél nagytengelyű, nagy excentricitású és pályahajlású kisbolygók között. Az ELTE Csillagászati Tanszéken végzett numerikus vizsgálatok szerint (CSOMÓS PETRA, 2003) nyolc vizsgált kisbolygó közül hat fogódott be időlegesen a Föld koorbitális kísérőjévé. Ugyanakkor ezen kisbolygók pályája igen érzékenyen függ a kezdőfeltételektől, azaz igen kaotikus, így mozgásuk hosszabb időtartamon megjósolhatatlan.

### A Kirkwood-zónák

A Kirkwood-zónák elnéptelenedését csak a közelmúlt kutatásai tudták kellőképpen megmagyarázni, ám arra a kérdésre, hogy miért van bizonyos rezonanciáknál elnéptelenedés, míg másoknál csoportosulás, a mai napig sincs megnyugtató, végleges válasz. Ha a 2:1 és 3:2 rezonanciák dinamikai modelljét vizsgáljuk, akkor a két eset csak egy numerikus paraméter értékében különbözik egymástól. A Kirkwood-zónák kiürülésével kapcsolatos problémában J. WISDOM (1982, 1983) kutatásai hozták meg az áttörést. Sikerült kimutatnia, hogy a 3:1 rezonancia esetében az oda kerülő kisbolygók excentricitása egy lassú kaotikus folyamaton keresztül olyannyira megnő, hogy a kisbolygó többször is igen közel kerülhet a Marshoz, így a fellépő perturbációk hatására a kisbolygó elhagyja a rezonanciát.

Wisdom sikeres vizsgálatai nyomán többen is megvizsgálták a többi Kirkwood-zóna elnéptelenedésének kérdését. M. SIDLICHOVSKY és M. MELENDO (1986) kimutatták, hogy az 5:2-es rezonancia dinamikailag hasonló a 3:1-es rezonanciához, továbbá itt is fellép egy lassú kaotikus diffúzió, amely során a pályák excentricitása kellőképpen nagy lesz ahhoz, hogy az itt lévő kisbolygók pályája elérje a Mars pályáját. A 7:3-as rezonanciánál pusztán a középmozgás-rezonancia hatására már nem nőhet annyira az excentricitás, hogy a kisbolygó elérje a Mars pályáját. A. MORBIDELLI és M. MORONS (1995) kutatásaik során a Nap – Jupiter – Szaturnusz – kisbolygó modelljét használva kimutatták, hogy bizonyos szekuláris rezonanciák hatására olyan erősen kaotikus viselkedés is létrejöhet, melynek során a kisbolygó excentricitása akár a 0.7 értéket is elérheti. Ilyen nagy excentricitás esetén a kisbolygó a Föld pályáját is metszheti.

excentricitás



5.7. ábra. A fő kisbolygóöv dinamikai szerkezete, melyet a különböző rezonanciák alakítottak ki. A fekete pontok a valós kisbolygók fél nagytengely és excentricitás értékeinek felelnek meg. Látható, hogy a kisbolygók eloszlása jól követi a fő aszteroidaövezet rezonanciák által kialakított dinamikai struktúráját

A 2:1-es rezonancia szerkezete gyökeresen eltér az előző három rezonanciáétól, és mint már említettük, inkább a 3:2-es rezonancia szerkezetéhez hasonlít. Ugyanakkor a 2:1-es rezonanciában csak néhány égitest található, míg a 3:2-es rezonanciában több mint 60 kis égitest, a Hilda-csoport tagjai keríngenek. Mindkét rezonancia szerkezetét igen erősen befolyásolják a különböző szekuláris rezonanciák. Jóllehet a vizsgálatok szerint a 2:1-es rezonancia kevésbé kaotikus, mint a 3:2-es, mégis ez utóbbi esetében sokkal több kisbolygó található. A két rezonancia ezen ellentmondásos viselkedését a mai napig nem sikerült kellőképpen tisztázni.

Az 5.7. ábrán a fő kisbolygóövezet dinamikai szerkezete látható. A vízszintes tengelyen a kisbolygó fél nagytengelye, a függőleges tengelyen pedig az excentricitása van feltüntetve. Az ábrán a világosabb helyek a rendezett mozgás tartományai, itt található a kisbolygó-populáció jelentős része. A rendezett mozgás tartományába nyúlnak be a rezonanciák „V” alakú sávjai. A sötétebb színárnyalattal jellemzett fél nagytengely és excentricitás értékeknél lévő kisbolygó mozgása kaotikus, ezáltal instabil lenne. A kiterjedt kaotikus tartományt egyrészt a különböző „V” alakú rezonanciák átfedése, másrészt a Jupiter szoros megközelítése hozza létre. Két szomszédos rezonancia átfedé-



se esetén a kisbolygó egyszer az egyik, majd a másik rezonancia hatása alatt mozog, így mozgása megjósolhatatlan, kaotikus lesz.

A kisbolygó excentricitását növelve pályája egyre lapultabb lesz, így keresztezi a Jupiter pályáját, ami a Jupiter szoros megközelítését eredményezi. Így a kisbolygó letér pályájáról, mozgása kaotikussá válik. Az 5.7. ábrára berajzoltuk a valódi kisbolygókat is a megfelelő fél nagytengely és excentricitás értékekhez. (Az áttekinthetőség kedvéért az adatbázisban szereplő kisbolygók közül csak minden ötödiket vettük figyelembe.) Az ábrán látható még, hogy a 2:1-es rezonancia belseje — hasonlóan a 3:2 rezonanciához — rendezett mozgást biztosítana, ennek ellenére itt alig található kisbolygó<sup>3</sup>.

## Rezonanciák exobolygórendszerekben

### Rezonáns exobolygók

Az első rezonáns exobolygórendszert, amely a tőlünk 4.69 pc távolságra lévő M színeképosztályú *Gliese 876* csillag körül található, MARCY és munkatársai fedezték fel 2001-ben. A csillag radiális sebességének változásaiból, Kepler-mozgást végző kísérőket feltételezve kimutatták, hogy a csillag körül két óriásbolygó kering, melyek 2:1 arányú középmozgás-rezonanciában vannak egymással. A rezonancia létét azóta a rendszer pályaelemeinek dinamikai úton történő illesztése is megerősítette. Mivel a két bolygó pályája igen közel van egymáshoz (a pályák fél nagytengelye 0.13 és 0.21 AU), valamint a bolygók tömegei is igen nagyok ( $1.06$  és  $3.39 M_J$ ), a két bolygó nagy kölcsönös perturbációt okoz egymás mozgásában. Ezt a rendszer csak úgy élheti túl, ha a bolygók között fennálló rezonanciák stabilizálják mozgásukat (a rendszerben a 2:1 középmozgás-rezonancia mellett fellép még egy, a pályasíkok forgásában meglévő 1:1 arányú szekuláris rezonancia is). A fenti rendszerben a 2:1-es rezonancia stabilitását az ELTE Csillagászati Tanszékén ÉRDI BALINT és PÁL ANDRÁS is vizsgálta [3.].

További példa lehet a 2:1-es rezonanciára a *HD 82943* G0 színeképosztályú  $1.05 M_\odot$  tömegű csillag körül keringő két bolygó esete is. A rendszer eddig ismert paramétereivel számolva, a numerikus vizsgálatok szerint [3.], a két bolygó közötti 2:1-es középmozgás-rezonancia instabil. Ha a két óriásbolygó között valóban fennáll a rezonancia, akkor pályadataik pontosításra szorulnak.

3. Az ábrát az egyik leghatékonyabb, gyors káoszdetektáló numerikus módszer, a relatív Ljapunov-indikátorok segítségével rajzoltuk meg. A módszer leírása SÁNDOR Zs. és munkatársai (2000, 2004) cikkeiben olvasható.



Végezetül megemlítjük, hogy az 55 *Cnc* körüli, három exobolygót tartalmazó rendszer két belső bolygója között 3:1, míg a 47 *UMa* körül keringő két óriás exobolygó között 5:2-es középmozgás-rezonancia áll fenn. A rezonáns óriásbolygók részaránya az eddig ismert többes exobolygórendszerekben viszonylag nagy (11 a 15-ből), ezért ezen rezonanciákat a bolygórendszerek kialakulásának elméleti modelljeiben sem lehet figyelmen kívül hagyni.

## Rezonanciák a lakhatósági zónában

Az exobolygók mozgását eddig túlnyomórészen a központi csillag színképvonalaiiban megfigyelhető periodikus elmozdulásokból vezették le. Ha egy viszonylag nagyobb tömegű bolygó van a rendszerben, akkor mind a bolygó, mind a csillag a rendszer tömegközéppontja körül kering. Ez azt eredményezi, hogy a csillag keringése során közeledik, majd távolodik a megfigyelőhöz képest, így színképvonalai a Doppler-effektus következtében felváltva a kontinuum színkép kék, majd vörös szélé felé tolódnak el. Ezzel a módszerrel általában a Jupiter tömegének nagyságrendjébe eső és nagy pályaeccentricitású bolygók jelenlétére lehet következtetni.

A Föld típusú exobolygók létét a földfelszíni megfigyelésekből eddig még nem lehetett kimutatni, s ez nem várható a közeljövőben sem. Ugyanakkor a Föld típusú bolygók létezésének kimutatása igen fontos; egyrészt a Naprendszer és a bolygórendszerek kialakulásának elméleti várják igazolását, másrészt szintén megválaszolásra vár az emberiség egyik fontos kérdése: kialakulhatott-e az élet más csillagok körüli bolygókon? Mindezek tükrében nem csoda, hogy az exobolygók jövőbeli kutatása a Föld típusú exobolygók észlelésére és tanulmányozására irányul. Ez a célkitűzés elérhetővé válhat a néhány éven belül felbocsátandó űreszközök segítségével. A 2006-ban pályára állítandó *COROT* űrtávcső a néhányszoros Föld-átmérőnyi méretű, a 2008-ban felbocsátandó *KEPLER* űrtávcső pedig már a Földnél kisebb átmérőjű exobolygókat is detektálni tudja<sup>4</sup>. Az említett két űreszköz mérési technikaként az átvonulási fotometriát használja, mely a csillag fényének kismértékű elhalványodásából következtet a bolygó jelenlétére.

A szén alapú élet kialakulásához – a jelenlegi elképzelések szerint – olyan bolygó szükséges, amely a központi csillag *lakhatósági zónájában* kering, állandó atmoszférája és jelentős vízkészlete van, valamint dinamikailag hosszú időtartamon át is stabil pályán kering. Egy csillag lakhatósági zónája J. KASTING és munkatársai 1993-as tanulmánya szerint az a tartomány, melyben egy Föld típusú bolygó felszínén a víz folyékony állapotban létezhet. A lakhatósági zóna

4. További információk SZATMÁRY KÁROLY: Bolygók más csillagok körül című cikkében, *Csillagászati évkönyv 2003*, 204. o.

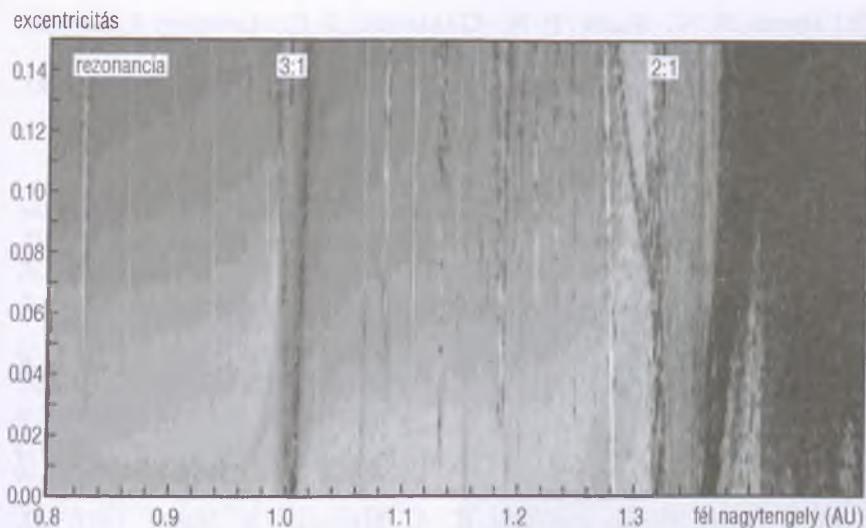
elhelyezkedése és kiterjedése függ a központi csillag felületi hőmérsékletétől, valamint a bolygón lévő légkör összetételétől is. Egy Naphoz hasonló csillag lakhatósági zónája 0.7 és 1.3 AU között van.

A lakhatósági zóna dinamikai stabilitását elsőként B. JONES és munkatársai (2001) vizsgálták. Négy exobolygórendszer ( $\rho$  CrB, 47 UMa, GJ 876 és  $v$  And) lakhatósági zónájában a mozgásegyenletek numerikus integrálásával tanulmányozták fiktív, Föld típusú égitestek viselkedését. Öt exobolygórendszer lakhatósági zónájának dinamikai tulajdonságait az ELTE Csillagászati Tanszékén is vizsgáltuk [9.]. A kutatásokhoz a már említett relatív Ljapunov-indikátorok módszerét felhasználva kimutattuk, hogy némely rendszerben (47 UMa,  $\epsilon$  Eri) viszonylag nagy kiterjedésű stabilitási tartományok találhatók, melyekben dinamikailag stabil pályán létezhetnek Föld típusú exobolygók.

K. MENOU és S. TABACHNIK (2003) ugyancsak a mozgásegyenletek numerikus integrálásával vizsgálták 85 exobolygórendszerben a lehetséges Föld típusú exobolygók stabilitását. Dinamikai szempontból különösen érdekes az a kérdés, hogy létezhet-e stabil lakhatósági zóna, ha az két óriásbolygó pályája között helyezkedik el. Ilyen vizsgálatokat végeztek ÉRDI B. és munkatársai (2004) a HD 38529, a HD 168443 és a HD 169830 csillagok körül keringő exobolygórendszereken. Kimutatták, hogy a HD 38529 rendszerben a lakhatósági zónának a csillaghoz közel eső része stabil. A másik két rendszer lakhatósági zónája instabil, bennük valószínűleg nem létezhetnek Föld típusú bolygók.

A fenti vizsgálatok szerint egy Föld típusú bolygó dinamikai stabilitása a rendszerben lévő többi, Jupiter típusú bolygó tömegétől és pályájának paramétereitől függ. A naprendszerbeli esetekhez hasonlóan a Föld típusú exobolygók dinamikáját az óriásbolygók perturbációi a különböző rezonanciákon keresztül befolyásolják. Mivel az eddigi megfigyelések nem szolgáltatnak adatokat a pályasíkok helyzeteire vonatkozóan, ezért a jelenlegi kutatások főként a különböző középmozgás-rezonanciák hatását tanulmányozzák. Ha a vizsgált exobolygórendszer lakhatósági zónája mentes a rezonanciáktól, akkor benne dinamikailag stabil pályán keringhet Föld típusú exobolygó. Ha a lakhatósági zónában vannak rezonanciák, akkor a rezonanciában lévő Föld típusú bolygó – pályamenti helyzetétől függően – keringhet stabil vagy instabil pályán is.

A rezonanciák megjelenése – egyes speciális helyzeteket leszámítva – mindenképpen magában hordozza a kaotikus viselkedés lehetőségét, ami végső soron a Föld típusú exobolygó instabilitásához vezethet. Az 5.8. ábrán a 47 UMa rendszer lakhatósági zónájának dinamikai struktúrája látható. Az ábra bal oldalán  $a \approx 1$  AU-nél a 3:1-es, az ábra jobb oldalán  $a \approx 1.3$  AU értéknél a 2:1-es rezonancia található. Jóllehet az ábrán látható még más középmozgás-rezonancia is, megállapítható, hogy a 47 UMa körüli exoboly-



5.8. ábra. A 47 UMa rendszer dinamikai szerkezete. A rendszer fél nagytengely – excentricitás síkján a jobb oldalon egy erősen kaotikus tartomány figyelhető meg. A két markáns középmozgás-rezonancia között láthatók még gyengébb rezonanciák is, de megállapítható, hogy a rendszer lakhatósági zónája, ami 0.7–1.3 AU között van, tartalmaz stabil tartományokat, így itt létezhet stabil pályán Föld típusú exobolygó

górendszerben a rezonanciák sávjai között lehetnek stabil Föld típusú exobolygók.

Végezetül megállapíthatjuk, hogy a rezonanciák tanulmányozása az exobolygórendszerek felfedezését követően új lendületet kapott. Ugyanakkor a rezonanciák naprendszerbeli szerepe is igen jelentős, ezért a rezonanciák kutatása a jövőben is folytatódni fog.

## Irodalom

- [1.] COHEN, C. J.–HUBBARD, E. C.–OESTERWINTER, C.: *Astronomical Papers*, 1972, 22, Part 1.
- [2.] CSOMÓS P.: *Diplomamunka*, 2003, ELTE Csillagászati Tanszék.
- [3.] ÉRDI, B.–PÁL, A.: in F. FREISTETTER és társai (szerk.) *Proc. of the 3rd Austrian–Hungarian Workshop on Trojans and Related Topics*, 2003, Eötvös University Press, 3–10. o.
- [4.] ÉRDI, B.–DVORAK, R.–SÁNDOR, ZS.–LOHINGER, E.–FUNK, B.: *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2004, **351**, 1043. o.

- [5.] JONES, B. W.—SLEEP, P. N.—CHAMBERS, J. E.: *Astronomy & Astrophysics*, 2001, **366**, 254. o.
- [6.] KASTING, J. F.—WHITMIRE, D. P.—REYNOLDS, R. T.: *Icarus*, 1993, **101**, 108. o.
- [7.] MENOU, K.—TABACHNIK, S.: *Astrophysical Journal*, 2003, **583**, 473. o.
- [8.] MORBIDELLI, A.—MOONS, M.: *Icarus*, 1995, **115**, 60. o.
- [9.] PÁL, A.—SÁNDOR, ZS.: in F. FREISTETTER és társai (szerk.) *Proc. of the 3rd Austrian—Hungarian Workshop on Trojans and Related Topics*, 2003, Eötvös University Press, 25—32. o.
- [10.] SÁNDOR, ZS.—ÉRDI, B.—EFTHYMIPOULOS, C.: *Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy* 2000, **78**, 113. o.
- [11.] SÁNDOR, ZS.—ÉRDI, B.—SZÉLL, A.—FUNK, B.: *Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy*, 2004, **90**, 125. o.
- [12.] SCHUBART, J.: *Astronomical Journal*, 1968, **73**, 99. o.
- [13.] SIDLICHOVSKY, M.—MELEND, M.: *Bulletin of Astronomical Institute of Czechoslovakia*, 1986, **37**, 65. o.
- [14.] WIEGERT, P. A.—INNANEN, K. A.—MIKKOLA, S.: *Nature*, 1997, **387**, 635. o.
- [15.] WISDOM, J.: *Astronomical Journal*, 1983, **87**, 577. o.
- [16.] WISDOM, J.: *Icarus*, 1982, **56**, 51. o.



Ponori Thewrewk Aurél

## 100 éve született Kulin György

### Az ifjúkor

Kulin György 1905. január 28-án Nagyszalontán (ma Salonta, Románia) született, erdélyi református iparoscsalád negyedik gyermekeként. Elemi és középiskoláit is ebben a nevezetes városban végezte, amelyben Arany János, Zilahi Lajos és Sinka István is született. Sok sportágban jeleskedett, de a kedvence a labdarúgás volt, és ez irányú rajongása élete végéig megmaradt.

A trianoni békekötés után, 1922 és 1924 között Budapesten a *Közgazdaságtudományi Egyetemen* tanult, majd hazatért apja cipőipari üzemébe. Leszolgált önkéntesi évét a román királyi hadseregben, ahol tagja volt hadsereg válogatott futballcsapatának is. Ezután újból Budapestre utazott, és beiratkozott az akkori *Pázmány Péter Tudomány Egyetem* matematika-fizika tanári szakára. Korán kitűnt a számítási műveletek

gyorsabb, egyszerűbb módjainak kitalálásában és alkalmazásában. Kiváló előmenetele folytán több hallgatótárs és tanuló korrepetálását tudta vállalni, így anyagilag könnyített sorsán. Tanári oklevelét 1932-ben szerezte, de az akkori nehéz gazdasági viszonyok között nem jutott megfelelő álláshoz. Mint a keresztény – keresztyén – világnézet hithű vallója, a *Pro Christo Diákszövetség* tagja, majd később főtitkára lett. Ezt a szövetséget neves protestáns lelkészek és püspökök vezették. Kulin György itt ismerkedett meg demokratikus esz-



6.1. ábra. Kulin György szódásüvegfenékből készült távcsőtűkröt vizsgál (1970 körül)

méket valló fiatalokkal. Ezek közül többen később, a háború utáni években jelentős szerepet játszottak az ország életében.

A Diákszövetség vajmi kevés jövedelmet tudott biztosítani számára. Időnként azonban egyéb munkákból is volt keresménye. 1933-ban feleségül vette Blahó Magdolna tanárnőt. Első gyermekük 1934-ben született.

## Tudományos eredmények

Mint az állástalan diplomások szervezetének, az *ÁDOB*-nak tagja 1935-ben került a Gyűjtemény Egyetemhez tartozó *Konkoly-alapítványú Asztrofizikai Obszervatóriumba* gyakornoknak. Saját bevallása szerint addig nem is gondolt arra, hogy csillagász legyen, sőt még távcsőbe sem nézett. Gyermekkora negatív élménye volt 1910-ben a Halley-üstökös feltűnése és földközelsége, amely a hazai lakosság egy részéből világvége-pánikot váltott ki. Az ötéves kislány olyasmiket hallott, hogy az üstökös meg fogja mérgezni a levegőt, és az emberiség elpusztul.

A csekély fizetésű gyakornok eleinte az igazgató mellett adminisztratív teendőket látott el, majd a pontosidő-szolgálat terén egykor oly fontos passzázműszer használatára alkalmazták. Az ő feladata volt a napi pontosidő-meghatározás és az intézeti órák járásának szabályozása és ellenőrzése. Ezt követően a *LASSOVSKY KÁROLY* (igazgató: 1937–1943) által bevezetett vizuális változócsillag-fénymérési munkák során az egyik kisebb kupolában álló műszerrel ékfotométeres megfigyeléseket végzett. Később a megbízhatóbb fotografikus észlelések terén is kitűnt pontosságával és kitartásával.

Az akkor nagyon számító, 600/3600 mm-es reflektor munkába állításától (1932) folyt a Sváb-hegyen *TERKÁN LAJOS* (1877–1940) főobszervátor kezdeményezésére az üstökösök és kisbolygók észlelése. A nagy reflektorral végzett fotografikus munkák során szerzett gyakorlata folytán bízták Kulinra a *Terkán-programba* való intenzív bekapcsolódást, a kisbolygók fotografikus észlelését, amely aztán fő tevékenységévé vált. Feladata az volt, hogy az évkönyvekben megadott kisbolygó-pozíciókat összehasonlítsa az általa észleltekkel, és a kettő különbségét közölje a *Berlin-Dahlem-i Copernicus Intézet*-tel. Kulin a hosszadalmas, fáradságos, nagy figyelmet, telenként sok fagyűrést igénylő észlelések számát tekintve is messze kiemelkedett munkatársai közül. Elismeréssel, sőt csodálattal emlegették, hogy hiánytalanul átészlelt minden derült éjszakát, még kemény fagyban, illetve ünnepeken is. A páratlanul nagy észlelő és fotózási munka eredménye összesen 83 (mások szerint 84) új kisbolygó lett, ennyit talált Kulin a fotólemezeken az ismerteken kívül.

1938-ban mondta Detre László, az intézet későbbi igazgatója, hogy nem az új kisbolygók felfedezése az igazán nagy dolog a csillagászatban, hanem



6.2. ábra. A fiatal gyakorol a Konkoly Obszervatóriumban

pályájuk kiszámítása. Kulin György ezt megelőzően nem foglalkozott égi mechanikával. Meglett férfiként beült az egyetemen WODETZKY professzor égi mechanika óráira, hogy szert tegyen ilyen irányú ismeretekre. Ezek eredményeként 1939-ben elkészült doktori disszertációja: *A Gauss- és Väisälä-módszer kritikai összehasonlítása*. (Az értekezés később – folytatásokban – a *Csillagászati Lapokban* is megjelent).

Kulin a pályaszámítási egyenletrendszerben egy nagyságrenddel növelni tudta a pontosságot. Egy későbbi közleményében a pálya javításának új módszerével – a pontosság megtartása mellett – tovább egyszerűsítette a számításokat.

1936 és 1940 között Kulin az általa felfedezett kisholyók közül 14-nek számította ki a pályáját. A felfedező, illetve a pályaszámító el is nevezhette a kisholyóját, így adott Kulin magyar vonatkozású neveket kisholyóinak: *Sallonta, Bolyai, Corvina, Pannonia, Konkolya, Hunnia, Attila, Mátra, Detre, Izsák, Gothard, Ortutay, Róka és Balaton*. Két kisholyót egyidejűleg más is felfedezett, ezek nem magyar nevek (*Kemi és Groeneveld*). Az 1940. január 6-án talált kisholyója a halála után – a Magyar Csillagászati Egyesület ajánlására – felfedezőjéről a *3019 Kulin* nevet kapta. Néhány kisholyója szintén később kapott nevet: *2712 Keaton, 2738 Viracocha, 3380 Awaji, 3427 Szentmártoni*.



A pályaszámítások a 18. sz. végéig kizárólag az üstökösökre vonatkoztak. Szinte törvényszerű volt, hogy Kulin a kisbolygók mellett egyre több időt szentelt üstökösök kutatására is. 1940. január 6/7-én a már régebben észlelt 1376 számú *Michelle* kisbolygót fényképezve a kisbolygó képe mellett egy különös foltot talált a felvételen. A befelhősödött ég miatt pár napig nem tudott felvételt készíteni az ég azon vidékéről. 10/11-e és 30/31-e között számos alkalommal fényképezte le az újonnan felfedezett égitestet. A kiszámolt pályaelemeket elküldte a berlini Copernicus Institutnak. Az február 23-án, körlevelében adott hírt a világ tudományos intézeteinek az üstökös felfedezéséről és pályájáról. A hazai napi sajtó azonnal átvette a közleményt, és február 24-én, vagy azt követően minden akkori napilap részletesen beszámolt a magyar felfedezésű üstökösről. Többé-kevésbé részletes életrajzi adatok kíséretében bemutatták az „első magyar üstökös” felfedezőjét is.

Az 1940a Kulin jelzést kapott üstökös több szempontból is mérföldkő lett Kulin György életében. A nagyközönség előtt ő addig még szinte teljesen ismeretlen volt. A lapok képes beszámolóí vizsont szinte versenyeztek az üstökösfelfedező dicsőítésében. Kulin 1941-től asszisztensként, majd 1942-től intézeti tanárként folytatta kisbolygó- és üstököskeresési programját. 1938 és 1944 között 338 üstökösfelvételt is készített.

Kisbolygókat hosszabb ideig fényképezve szinte elkerülhetetlen volt, hogy egy-egy meteor is nyomot hagyjon a fotólemezen. Volt úgy, hogy több párhuzamos meteornyomot is talált az előhívott lemezen. Leghíresebb ilyen felvételén öt párhuzamos nyomvonal látható. Kulin szerint az öt meteor kisbolygó eredetű, nyilván korábban még egy testet alkottak, és a darabok egymás közelében maradvak kerültek a Föld légkörébe.

Külföldön is elismert, pontos számításai miatt a berlini Copernicus Institut gyakran kérte fel pályaszámítási munkákra. 1942/43-ban ezzel az intézettel együttműködve részt vett a Földhöz olykor szokatlan kis távolságba kerülő *Eros* megfigyelésében. Földközelsége idején ez a kisbolygó ugyanis felhasznál-



6.3. ábra. A Konkoly Obszervatórium 60 cm-es távcsöve mellett (1940)



ható volt a napparallaxis és ebből következőleg a Nap távolságának pontosabb meghatározására. A svéd E. STRÖMGREN felkérésére Kulin részt vett a *Nemausa* kisbolygó észlelésében is.

Amikor csillagászokból álló expedíciót szerveztek Bulgáriába, az 1961. február 15-i napfogyatkozás teljességi zónájába, mint régi, kiváló észlelőt Kulint is számításba vették. Így vett részt Ruszében a napfogyatkozás teljességi szakaszának fotómunkáiban. Ez volt utolsó ténykedése a tudományos csillagászat területén.

## Út az ismeretterjesztéshez

Mint az Intézet legfiatalabb munkatársára, Kulinra hárult a laikusok által írt levelek kérdéseinek megválaszolása és különféle égi jelenségek megfigyelésére vonatkozó leírások összegezése. Különösen a fényes meteorok, tűzgömbök leírásai érdekelték, és a gyakran igen különböző megfigyelésekből igyekezett megállapítani a jelenség valódi lefolyását.

Az egyik legfiatalabb munkatársként többnyire ő vezette a bemutatásra jelentkezett látogatók csoportjait is. Az érdeklődőket rendszerint felvezette a főépület második emeletén egy tekintélyes méretű teremben létesített múzeumba, ahol a régebbi magyar csillagvizsgálók műszereiből volt látható egy gazdag csillagászat-történeti kiállítás. Ezt követően a csoportot bekísérte a nagy kupolába a 60 cm-es reflektorhoz, majd ennek a műszernek a 30 cm-es lencsés vezető távcsövével megmutatta a Naprendszer éppen látható égitestjeit, esetleg valamelyik látványosabb kettőst, halmazt vagy extragalaxist. Eközben természetesen sokan tettek fel kérdéseket Kulinnak. Született pedagógiai érzékével ő sokakban keltette fel és erősítette meg a csillagászat iránti érdeklődést.

E bemutatások hatására fogalmazódott meg benne a szándék, hogy a csillagos égbolt szépségét mindenkinek megmutassa. Egy nagy kézikönyv összeállításába fogott, amelyben a csillagászat iránt érdeklődőknek, főként az amatőröknek részletes útmutatást is szándékozott adni olcsó, házilag előállítható, de jó optikájú tükrös távcsövek készítésére. A gyakorlati munkák, elsősorban a távcsőtükrökhöz szükséges üvegfelületek optikailag pontos kialakítása terén nagy segítségére volt a kiváló eredményeket elért amatőr, HAEFFNER TIVADAR. Mivel mindig szembenállt a csillagászati babonákkal és tévtanokkal, könyvében az asztrológia kritikai ismertetésére is gondolt.

A kétkötetes mű, *A távcső világa* 1941-ben, a Természettudományi Társulat megalakulásának századik évében jelent meg. Hosszú ideig ez volt az egyetlen hazai amatőr csillagászati kézikönyv, amely 1980-ig még három, korszerűsített,



6.4. ábra. *A Távcső világa* 1941-es, 1958-as és 1975-ös kiadásának címlapja

bővített és átdolgozott kiadást ért meg: 1958-ban ZERINVÁRY SZILÁRD, majd a másik két kiadás alkalmával sok más szerzőtárs közreműködésével.

Németországi, jénai útja alkalmával Kulin meglátogatta a Zeiss Művek által a húszas évek elején megalkotott, de akkor, a 40-es évek elején még csak nagyon kevés világvárosban meglevő csillagászati ismeretterjesztő berendezést, a planetáriumot. Azonnal lelkes híve lett a népszerűsítés nagy hatású eszközének. Jénában ki is képezték a bonyolult planetárium-műszer kezelésére. Hazatérve mindent elkövetett, hogy ilyen létesítmény Budapesten is megépüljön. A budapesti és a hazai kulturális hatóságoknál, elsősorban a Vallás- és Közoktatási, továbbá a Honvédelmi Minisztériumnál elérte, hogy megrendeljenek egy kétgömbvetítés, nagy Zeiss-planetáriumot. Ismereteink szerint a műszert tartalmazó vagonok 1944 vége felé be is érkeztek hazánkba, de a szerelvény a harci cselekmények zónájába kerülve a nyugati határ közelében eltűnt, a műszernek nyoma veszett. Egyes feltevések szerint alkatrészei vissza Németországba, majd Dél-Amerikába kerülhettek. A budapesti nagyplanetáriumra még hosszú évtizedekig kellett várni.

*A távcső világa* nagyközönségre gyakorolt hatását az Intézet látogatói számának folyamatos növekedésén is le lehet mérni. A fokozódó érdeklődést az 1938-ban megindított *Csillagászati Lapok* negyedéves folyóirat nem tudta kielégíteni, hiszen a benne közölt szakcikknek nem a laikus érdeklődőknek, hanem elsősorban a felső szintű matematikai-fizikai ismeretek birtokában voltak érthetők. A *Stella* folyóirat és évkönyvei, az *Almanachok* megszűnése, vagyis 1931/32 óta nem jelent meg rendszeres ismeretterjesztő csillagászati kiadvány. De a *Stella Csillagászati Egyesület* megszűnése (1933) után nem volt a csillagászat kedvelőit és az amatőröket összefogó egyesület sem. A *Magyar Természet-*

*tudományi Társulatnak* volt ugyan csillagászati szakosztálya, amelyet főként az egykori Stella idősebb, nem amatőr tagjai alkották.

Kulin kezdeményezésére 1944 elején megalakult a *TTT Csillagászati Alosztálya*, amely a csillagászat kedvelőit és az amatőröket kívánta összefogni. Megbízott vezetője — természetesen — Kulin lett. Áprilisban megjelent az első hazai, amatőröknek szánt csillagászati folyóirat, a *Csillagok Világa* első száma, amelynek táblázatait számolta ki és állította össze, cikkeit pedig nagyrészt ő írta. A lap változatos tartalmát a műkedvelők által elvégezhető meteor-, napfolt-, üstökös- és változóésszelésekre vonatkozó részletes útmutatás, továbbá ismeretterjesztő cikkek és távcsőépítési tanácsok adták. A negyedévi folyóirat harmadik száma októberben jelent meg, amikor a lapnak már 800 előfizetője volt. Budapest ostroma azonban megszakította az Alosztály működését és a lap további számainak megjelenését.

### *Az első csillagászati egyesület*

A második világháború harcainak elültével megalakult a *Szabadművelődési Tanács*. Ennek szabadegyetemén Kulin három féléven át 30 előadást tartott a csillagászat lelkes, újra összeverődött tagjainak. Ez a társaság fáradozott azon, hogy megalakuljon az amatőröket összefogó *Magyar Csillagászati Egyesület*, és ennek legyen székháza, bemutató csillagvizsgálója. Sok nagyvállalat, kisüzem és bank vezetőit sikerült megnyerni az akkori körülmények között merésznek nevezhető terv támogatására. Kulin fáradhatatlan szervező munkája eredményeként 1946. november 11-én a Hitelbank dísztermében több mint száz csillagász, amatőr és csillagászbarát ült össze, hogy megalakítsa Egyesületét. Az alakuláskor 403 volt a taglétszám.

A Magyar Csillagászati Egyesület alakuló gyűlése előtt felolvasták Detre László intézeti igazgató levelét, melyben az feleslegesnek minősítette az ilyen célú egyesület létesülését és működését. A gyűlés mégis megkezdődött, az Egyesület kimondta megalakulását, és elnökének DEÁK ANDRÁS ügyvédet, ügyvezető elnökének Kulin Györgyöt választotta. Elfogadta a javasolt alapszabályt, amely többek között kitért a nyilvános távcsöves bemutatóhely jövőbeli létesítésére és üzemben tartására is. E pont megvalósítása lett a következő időkben Kulin és munkatársai első számú feladata.

Kulin eleinte a Tábán felett levő Czákó utcai romos iskolaépületre gondolt, de belátta, hogy ennek rendbehozása messze meghaladja az egyesület lehetőségeit. A kérdés végül az akkori Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium vezetője, Kulin ifjúkori barátja, ORTUTAY GYULA néprajztudós segítségével oldódott meg. Ortutay — akiről Kulin később egyik kisbolygóját is elnevezte — 1947 elején felajánlotta az Egyesület számára a Sánc utca 3/b alatti villaépületet. Ennek egykori tulajdonosai és lakói Budapest ostromának



áldozatai lettek, ám végrendeletük szerint az épület az Egyetem tulajdonába, a Minisztérium kezelésébe került, azzal a kikötéssel, hogy a kultúra céljaira kell felhasználni. A sérült villa rendbehozását a *Szabadművelődési Tanács* és a Minisztérium közösen vállalta. Az üres épület berendezéséről, fenntartásáról és a kialakítandó csillagászati bemutatóhely felszereléséről és működtetéséről az Egyesületnek kellett gondoskodnia.

A Sváb-hegyi — később Szabadság-hegyi — Csillagvizsgáló vezetése nem nézte jó szemmel Kulin ismeretterjesztő tevékenységét. Egyrészt az intézmény vezetőjével megromlott személyes viszonya, másrészt látásának meggyengülése vezette Kulint az intézeti állása felmondására. A megszűnt intézeti státusza terhére kinevezték a Sánc utcai bemutató csillagvizsgáló igazgatójának, s attól kezdve minden energiáját az Egyesület céljainak megvalósítására fordította.

A Sánc utca csupán néhány száz méterre esik a Gellért-hegyi Citadellától, ahol 1815 és 1849 között működött az *Uraniae* (a csillagászat múzsájának szentelt) csillagvizsgáló, ezért is nevezte el Kulin az intézményt Urániának. Az *Uránia Bemutató Csillagvizsgáló* műszeres felszereléséhez Ortutay Gyula közbenjárására a Csillagvizsgáló Intézet elsősorban az intézeti múzeum még használható távcsöveinek és más műszereinek átengedésével járult hozzá. Ekkor érkezett az Urániába a XX. század elején készült, 200/3020 mm-es Heyde-távcső (amely még ma is az Uránia fő műszere), továbbá az 1845-ben gyártott 19 cm-es Plössl-refraktor.

Az Uránia belső berendezését, bebútorozását részben üzemek és bankok, részben pedig a lelkes egyesületi tagok, továbbá Kulin családtagjai végezték. Az új intézményt 1947. szeptember 22-én avatták fel a főváros vezetősége, a sajtó, a közintézmények képviselői és a mintegy 200 főnyi egyesületi tagság előtt.

A nagyközönség hamar megismerte, megszerette és látogatta az Urániát, amely minden derült este fogadta a látogatókat. Az Uránia lelkes, főként fiatal munkatársai ellenszolgáltatás nélkül voltak a csoportok vezetői, bemutatók, a képzetebbek pedig előadók.

Kulin újból megindította a *Csillagok Világa* folyóiratot. Amíg nem kapta meg a lapengedélyt, a kiadvány mint a *Csillagok Világa Évkönyve* jelent meg 1947-re és 1948-ra. A lapnak 1948-ban öt, majd 1949-ben két száma jelent meg. Ezek összeállítási munkáiban nagy segítségére volt több egykori munkatársa, köztük KOLBENHEYER TIBOR és GUMAN ISTVÁN.

A *Csillagok Világa* és az Uránia tevékenysége hatására sok vidéki helység csoportja jelentette be megalakulását (Baja, Bátaszék, Csepel, Debrecen, Keszthely, Nyíregyháza, Pestszenterzsébet, Rákospalota, majd Bázakerettye, Mátészalka, Szeged, Szekszárd). Ezeken a helyeken kisebb-nagyobb távcsővel a hét bizonyos napjain bemutatások is folytak.



A nagyrészt nem fővárosi tagság létszáma a kezdeti 403-ról gyorsan növekedett, és 1948-ban már túlhaladta a kétezret. Az igények a távcsövek iránt is egyre nőttek. Kulin elérte, hogy kisebb optikai üzemek olcsón készítettek 10–20 cm-es tükröket, és a tagság számára lehetővé tette a kisebb objektív-és okulárlencsék beszerzését is.

A napi bemutatásokon kívül hamarosan megindultak az Urániában a legendás csütörtöki és szombati előadás-sorozatok. Az egyre látogatottabb csütörtöki sorozatban többnyire neves szakemberek ismertették a csillagászat valamelyik ágának érdekesebb területét vagy az újabb felfedezéseket. A szombati, magasabb szintű sorozatot maga Kulin vezette elsősorban az Uránia munkatársainak és a képzetlenebb érdeklődőknek.

Az egykori gellért-hegyi Uránia csillagvizsgálóban a második igazgató, TITTEL PÁL 1824 és 1831 között igazi kultúrközpontot működtetett, ahol a kor olyan kiválóságai fordultak meg, mint BAJZA JÓZSEF, DÖBRENTAI GÁBOR, KAZINCZY FERENC vagy SZÉCHENYI ISTVÁN. Kulin bizonyára az obszervatórium ilyen szerepére is gondolt, amikor – BARSÓ ÖDÖN, a Rádió neves rendezője segítségével – megindította az Uránia művésztjeit. Ezeken a szinte ünnepségnek számító esti összejöveteleken írók, költők, irodalmárok, előadók, zene- és énekművészek adtak elő csillagászati témájú vagy ihletésű műveket. A hallgatóság soraiban olykor olyan nagyságokat lehetett látni, mint Illyés Gyula és Szabó Lőrinc költő vagy Kodolányi János író. Az Egyesület életében Medgyessy Ferenc szobrászművész is vállalt szerepet.

## A „száműzetés”

De jött a fordulat éve és a kommunisták pártjának egyedurialma. A moszkovita, szélsőbal kormányzat 1949 elején elkezdte megszüntetni a magánkezelésű társaságokat, egyesületeket, klubokat. A tudományos társaságokat átszervezte, vagy helyükbe nagyobb, központosított szervezeteket hozott létre, és élükre politikailag megbízható vezetőket nevezett ki. A Természettudományi Társulat teljes mértékben behódolt a kommunista hatalomnak, és a Csillagászati Egyesületet megszűnésre, vagy a TTT-be való beolvasásra ítélte. Az átszervezést megelőző formális megheszeléseken a Társulat vezetősége ismertette a *Csillagok Világa*, az Uránia és – a meg sem hívott – Kulin György ellen felhozott súlyos vádak: az Egyesület idealista eszméket terjeszt, nagykapitalisták vezetése alatt áll, terjeszti a babonát, az asztrológiát. Az Egyesület jelen levő képviselői hiába utasították vissza az Egyesületet ért igaztalan rágalmakat, csak két lehetőség közül választhattak: az Egyesület megszűnik vagy beolvad a TTT Csillagászati Szakosztályába.

1949. április 9-én, az Egyesület utolsó, sorsdöntő közgyűlésén Kulin is részt vehetett. A döntés azonban nem lehetett kétséges: beolvadás a TTT-be. A TTT vezetése megígérte, hogy az Uránia továbbra is Kulin – mint gondnok – kezében maradhat, a TTT Csillagászati *Csillagok Világa* Szakosztálya pedig kibővíülhet az Egyesület volt tagjaival. A című folyóirat azonban megszűnik, és a profiljába vágó cikkek a továbbiakban az *Élet és Tudomány* című hetilapban fognak megjelenni.

Ezekből az ígéretekéből voltaképpen semmi sem valósult meg. Kulin névleg az Uránia gondnoka maradt

ugyan, de hatáskör nélkül. A Mindszenty- és Rajk per-hónapjaiban pedig már komoly fenyegetésekkel próbálták rávenni önkéntes távozásra. Végül 1949 szeptemberében koholt vádak alapján eltávolították mind a TTT-ből, mind az Urániából, és eltiltották minden nyilvános szerepléstől. Állása megszűnt, sőt az akkori Budapest határain belül új állást sem kaphatott.

Az addigra már négygyermekes család feje az akkor még önálló településként működő Újpesten szerzett tanári állást a *Könyves Kálmán Gimnáziumban*. Csakhamar csillagász szakkört szervezett, és a gimnázium épületének tetején bemutató csillagvizsgáló kialakításába kezdett. Újpestet később Budapesthez csatolták, de Kulin ezután is megtarthatta munkahelyét.

Az Uránia a hivatalos kultúrpolitika által kinevezett, tapasztalatlan vezetők irányítása alatt is eredményesen működött – ami a Kulin eszméit átvevő és a munkákat a régi szellemben folytató fiatal munkatársaknak köszönhető. A fiatalok titokban gyakran fordultak útmutatásért Kulinhoz.

## Visszatérés az Urániába

Kulin György a tanári évek után, 1953-ban végzettségének és képességeinek megfelelőbb helyre, a *Budapesti Műszaki Egyetem* Elektromos Mérőműszerek Tanszékére került. Az akkori politikai enyhülés időszakában, 1954-ben pedig ismét átvehette az Uránia vezetését, először csak félállásban, majd teljes állású beosztásban. Valószínű, hogy ebben a TTT (akkor már *TTIT: Társadalom- és Természettudományi Ismeretterjesztő Társulat*) csillagászati szakosztályának tit-



6.5. ábra. Plakát 1949-ből

kára, RÓKA GEDEON (1906–1974) is jelentős szerepet játszott. Róka közreműködött ugyan az Egyesület korábbi beolvasztásában, de időközben az ideológiai szembenállás ellenére is tisztelője és bizalmas barátja lett Kulinnak. (Később Kulin róla is elnevezett egy kisbolygót.) Kulin népszerűségét és az Uránia működésében betöltött meghatározó szerepét mutatja, hogy az 1954-es Csillagászati Héten tartott előadásán – minden nagyobb hírverés nélkül – több mint ezer hallgató gyűlt össze, és frenetikus éljenzéssel ünnepelte a visszatért Uránia-vezetőt.

Kulin lenyűgöző hatású előadó is volt, személyiségének varázsa mindenkit megérintett. Karizmatikus személyét már eleve rokonszenvvel fogadták az előadói emelvényen. A hallgatóság minden tagja joggal érezhette, hogy egyenesen hozzá, és az általa legvilágosabban érthető nyelven szól. Nem volt olyan nehéz, száraz téma, amit ne töltött volna meg lüktető élettel, ne tett volna mindenki számára érdekessé.

1957. október 4-én állították pályára az első mesterséges holdat, a Szputnyik–1-et. Egy évvel a brutálisan levert magyar forradalom után sokan voltak, akik lebecsülték az esemény jelentőségét, sőt esetleg el sem hitték a hírt. Kulin azonban mérföldkönek tekintette ezt az eseményt a csillagászatban, és lelkes hangú előadásokban ismertette és méltatta a „teremtő ember” tudományos teljesítményét.

Az Uránia környékére 1963. augusztus 18-án hurrikán erejű szélvihar csapott. Több erős téglakerítés omlott le a közelben, és az Uránia teraszán feldőlt az a vasvázas, kerekeshódé, amely a nagy Heyde-távcsövet védte. Szerencsére a távcsőben helyrehozhatatlan kár nem keletkezett. Így a távcső védelmére halaszthatatlanná vált egy forgatható, fém kupola elkészítése. Két évig folyt a munka, amelynek eredményeképpen elkészült az épület belsejéből lépcsőn át megközelíthető zárt kupolahelyiség, és jelentősen kibővült a mechanikai műhely is. Az 5.2 m átmérőjű kupola szerelése során minden fémmunkát az Urá-



6.6. ábra. Az Uránia kupolája 1965-ben



nia műhelyének dolgozói végeztek, ORGOVÁNYI JÁNOS vezetésével, aki oly sok masszív távcsőmechanikát tervezett és készített.

De nemcsak fizikai vihar útjába került abban az időben Kulin és az Uránia. Akkoriban ért hazánkba a T. S. ELIOT nézetei kapcsán fellángolt vita a „két kultúra” elméletéről. A számos hazai művészt és tudóst állásfoglalásra készítő eszmecserével hosszan foglalkozott az *Élet és Irodalom* című folyóirat is, tág teret adva mindkét fél képviselőinek. A vitában a természettudományok oldaláról arányukat meghaladó mértékben vettek részt csillagászok, köztük természetesen Kulin is. E csoport képviselőinek az volt az egybehangzó véleménye, hogy a kultúra egységes. A művészek és a tudósok is a való világ leírásával foglalkoznak, ám a leírások különbözősége nem oszthatja ketté a világot, az egységes emberi kultúrát. Kulin azt fejtegette, hogy a Földön kívüli Világegyetem éppúgy egységes, mint itt a Földön az emberiség, nincs mód lényeget érintő elválasztásra.

### A Galilei-élmény

Egyre határozottabban fogalmazódott meg ismeretterjesztői hitvallása, amit egyre többször hangoztatott is. Amikor Galilei egy kis távcső segítségével közvetlenül tanulmányozhatta a távoli égitesteket, ez megváltoztatta világszemléletét. Kulin életcéljává vált, hogy lehetőleg mindenkit részesíteni kell Galilei élményében; a Világegyetem személyes tapasztalatokon, élményeken alapuló megismerésében. Ezért alakított ki az Uránia alsó helyiségeiben olyan műhelyeket, amelyekben száz-, sőt ezerszámra készültek olcsó, bárki által megfizethető lencsés távcsövek. A komolyabb érdeklődők 10, 15, 20, 25, sőt 30 cm-es, sőt olykor még nagyobb átmérőjű távcsőtükrökhöz juthattak az Uránia műhelyéből. A tükrök jelentős részét maga csiszolta, polírozta és ellenőrizte. Több üveggyárral tartott kapcsolatot, amelyek kívánt méretű korongokat és üvegpagácsákat tudtak szállítani. Sok évvel halála után is dicséretnek, garancialevélnek számított, ha egy távcsőtükörre azt mondták: Kulin-féle.

Az Urániát elhagyó sok félkész és kész tükör, távcső és egyéb optikai eszköz postázását az Uránia gondnoka, NAGY FERENC (1914–1994) végezte. Akik ismerték, azok számára nem lehet vitás, hogy Kulin után ő volt a legfontosabb személy az Urániában. Már a megalakulástól, 1947-től az Uránia minden ügyének és Kulin eszméinek áldozatkész híve volt. Csillagászzal nem foglalkozott ugyan, viszont minden fizikai szakmunkát el tudott végezni. Kijárta, hogy az Amerikai Egyesült Államok követsége a 40-es évek végétől érdekes ismeretterjesztő filmeket adott kölcsön neki, amelyeket aztán az Urániába látogató csoportok előtt levetített. Az ötvenes évek elején azonban nem volt tanácsos nyugati ország követségére járni, és egy politikai figyelmeztetés után



az Urániában megszűnt az amerikai filmek vetítése, és csak a 60-as évek végén indult újra.

A Kulin által vezetett, pezsgő élettel teli budapesti Uránia mintájára egymás után létesültek vidéki bemutatóhelyek. Több városban a nagyobb üzemekben dolgozó amatőrök kezdeményezték vállalati csillagvizsgáló építését. Az 50-es évektől így alakult a Szolnoki Cukorgyár, a győri Wilhelm Pieck Vagon- és Gépgyár, vagy a balatonfűzfői Nitrogén Művek bemutató csillagvizsgálója. De létesültek bemutatóhelyek régebbi alapítású, patinás vagy újabb csillagdákban (Baja, Kalocsa, Szombathely) és iskolák területén (Miskolc, Zalaegerszeg). A TTIT úgy látta, hogy a csillagászati ismeretek felhasználhatók a dialektikus materialista világszemlélet kialakításában, így anyagilag is hozzájárult a vidéki bemutató csillagvizsgálók és szakkörök távcsővel való ellátásához és működtetéséhez.

Kulin élénk figyelemmel kísérte és tanácsaival hatásosan segítette ezeket a kezdeményezéseket. A megtisztelő „Uránia” nevet viszont csak az a bemutatóhely kaphatta meg, amelynek működését nemcsak a bemutatásra alkalmas épület és távcső, hanem a szerinte megfelelően rátermett és képzett vezető személy és munkatársi gárda is biztosította.

A budapesti Urániában az 50-es években több tanfolyam indult, amelyekben az amatőrök megtanulhatták az optikai eszközök, távcsövek, mikroszkópok előállítását és kezelését. Ezek látogatóiból alakult meg és működött csaknem két évtizeden át PONORI THEWREWK AURÉL vezetésével az első rendszeres csillagászati-űrkutatási szakkör, amelybe idővel egyre több fiatal került. Több, később neves szakcsillagász kezdte a szaktudománnyal való behatóbb ismerkedést ebben a szakkörben. Pár év múlva egy kizárólag kisiskolás fiatalok — „Kis csillagászok” — számára is indultak szakkörök SZÉCSY ILONA vezetésével. A szakkörök foglalkozásain — főként az első időkben — Kulin is gyakran megjelent, bizonyára felügyelet, irányítás és témaadás céljából.

Rendszeresen részt vett a TIT csillagászati vizsgáira felkészítő, 10 napos bentlakásos tanfolyamok szervezési és rendezési munkáiban. A vizsgakérdések helyes megválaszolóit oklevelet kaptak, amelynek birtokában a már nagyközönség számára is tarthattak ismeretterjesztő előadásokat.

A 60-as évek elején Kulin további fővárosi bemutatóhelyeket hozott létre. Egy ilyen kisebb kupolás Uránia a Nagyvárad térre, majd a csendesebb Vörösmarty térre került. Időszakos jelleggel a tavaszi Budapesti Nemzetközi Vásárokon is működött egy mutatósabb távcső.

Kulin a honvédség megfelelő hivatalaiban elérte, hogy a használatból kivont, periszkóp-rendszerű, ollós távcsöveket ne semmisítsék meg, ne tegyék használhatatlanná, hanem engedjék át az Urániának. Megfelelő, egyszerű állvánnyal vagy tíz ilyen bemutató műszer került a Citadella délkeleti kiszögellésére. Az Uránia munkatársai nappal ezekkel a műszerekkel a város pano-

rámáját mutatták be a közönségnek, este pedig egy nagyobb refraktoron át az égitesteket. Kulinnak a MOM-tól is sikerült szépséghibás, de kiváló optikai tulajdonságú lencséket, prizmákat szereznie, amelyeket nevetségesen kis költségen vásárolhattak meg az amatőrök az Urániától.

Az 1961-es BNV-n mutatta be a jénai Zeiss Művek a kisebb, egygömbös iskolai planetáriumát. Hosszú tárgyalások után a gyár nem szállította vissza a készüléket, hanem az a főváros kezelésébe került. A Vidám Park egykori panoptikumának épületében állították fel. Kulin hiába hivatkozott arra, hogy a komoly ismeretterjesztésre a környezet és az épület alkalmatlan, a kisplanetárium hosszú évekig működött ott. Működése a kedvezőtlen feltételek ellenére is sikeres volt, ami elsősorban az Uránia ott dolgozó, lelkes munkatársainak érdeme. A kisplanetárium működtetésében GAUSER KÁROLY, BARTHA LAJOS, LICSKÓ ILDIKÓ, majd SCHALK GYULA vett részt. Az új, hazánkban még újdonságnak számító csillagászati ismeretterjesztő berendezésnek és a lehetőségeit kihasználó élőszavas előadásoknak már az első évben is 56 000 látogatója volt. A kis műszer később Pécsre, a TIT Stúdióba került.

E sorok írója nem tudja elhallgatni emlékeit Kulin „gravitációs” írógépéről. Ezen az ócska gépen tönkrement a hengert visszahúzó rugó. Kulin a henger szerkezet bal oldalához egy zsinórt, ennek végére pedig egy súlyt kötött. A súly az íróasztal bal széléről lelógva állandóan balfelé húzta a hengert. A gépet így évekig tudta használni gazdája, aki sajnálta kiadni a másra is felhasználható pénzt a gravitáció jóvoltából ingyen helyettesíthető írógéprugóra.

Részben ezen a gépen írta Kulin híres ismeretterjesztő könyveit is. Legismertebbek a Róka Gedeonnal közösen készített összefoglaló munka, *A nagy Világmindenség* (1961), az ugyancsak Róka Gedeonnal írt *A Világegyetem* (1965), vagy a KOLOZSVÁRY GYÖRGY grafikusművésszel együtt készített *Színes Világegyetem* (1965). Nyugdíjasként hosszú éveken át dolgozott *Az ember kozmikus lény* című könyvön, amelyben ismeretterjesztői hitvallását, a kozmikus léptékű tudományos világkép alapjait kívánta összefoglalni. A mű kiadása azonban többször is meghiúsult. A hányatott sorsú kézirat végül csaknem egy évtizeddel a szerző halála után, 1997-ben jelent meg.

Némelyek Kulin szemére vetették, hogy a buzgó vallásos ifjúból materialista természettudóssá vált, és azt feltételezték, hogy alkalmazkodott a kor hivatalos materialista eszmerendszeréhez. Az igazság viszont az, hogy világnézete a természettudományok tanulmányozása során változott meg és szilárdult meg ismét. Ő maga azt vallotta, hogy a természettudományokban nincs semmi természeten kívüli, azon felüli, irracionális elem, a világ egésze ilyen elemek nélkül is megérthető. Az asztrológiát hozta fel példaként arra, hogy nem kell, de nem is lehet a tudomány megállapításaihoz bizonyíthatatlan, önkényesen kigondolt elemeket adni. Azt írta: „Le kellett raknom a szellemi koloncokat...”. Megtapasztalta, hogy ha elvetjük az irracionálisitást az anyagi világból, az nem

érinti az erkölcsöt és más elvont emberi értékeket, beleértve a krisztusi értelemben vett emberszeretetet is.

## A Csillagászat Baráti Köre

A 60-as években az amatőrök növekvő száma egyre sürgetőbben igényelt egy országos amatőrszervezetet. A megvalósítást gátló, elsősorban a TIT által emelt ideológiai gátak az enyhülés éveiben meggyengültek, végül leomlottak. Sorra alakultak, fejlődtek és virágoztak országsszerte a TIT matematikus és biológus köréi. A csillagászati baráti kör megalakulását kívülállóként DARÁZS ENDRE József Attila-díjas költő segítette, aki feljött az Urániába, hogy riportot készítsen az ott folyó munkákról. Azonnal lelkes híve lett Kulinnak és eszméinek. Minthogy jó összeköttetései voltak Szentendre város tanácsához, elérte, hogy ott rendezzék meg a hazai amatőrök első találkozóját. *A távcső világa* második kiadásában Kulin szerzőtársa ZERINVÁRY SZILÁRD volt, aki 1958-ban bekövetkezett haláláig Szentendrén lakott. Darázs azt is kijárta, hogy alapítsanak egy Zerinváryról elnevezett emlékérmét, és a szentendrei városi tanács magára vállalja az előállítás költségeit.

A szentendrei tanács és a TIT 1963. szeptember 21–22-ére hívta össze a *Magyarországi Amatőrcsillagászok I. Országos Találkozóját*. A 102 jelenlevő megállapodott abban, hogy a következő évben hivatalosan is megalakul a hazai amatőrszervezet, és az majd évenként rendezi meg találkozóit. Ezeken kerül sor a Zerinváry-emlékérem átadására is a korábbiakban a legtöbb érdemet szerzett amatőrnek.

A kijelölt szervező bizottság — a TIT engedélye birtokában — 1964. augusztus 13/14-ére Miskolcra hívta össze a II. találkozót. Ekkor ideiglenes nevet is kapott az amatőrök társulása: *Amatőrcsillagászok Baráti Köre*. Elnöke Detre László, ügyvezető elnöke Kulin György, titkára Bartha Lajos lett.

A *Csillagászat Baráti Köre (CSBK)* nevet a III. (Győrben rendezett) találkozó fogadta el. Ezen a rendezvényen Kulin már 1600-as taglétszámról számolt be. Az óriási érdeklődést jól



6.7. ábra. Az Amatőrcsillagászok Baráti Körének alakuló találkozója Miskolcon, 1964-ben

mutatta a létszám rohamos növekedése. A 70-es évek közepéig több mint 13 000 tagkönyvet állítottak ki. Ez természetesen nem az aktív tagok számát mutatta, csak azt, hogy megalakulása óta hányan léptek be a CSBK-ba. A



tagok valóban jutányosan kerülhettek távcsövek, optikai elemek, kiadványok birtokába. Ez volt a fő szervezési vonzerő. Viszont nagyon sok fiatal az előnyök kihasználása után már vagy magányosan folytatta a megfigyeléseit saját távcsövével, vagy egy idő után nem foglalkozott többé csillagászattal, úrkutatótással.

Az évenként, majd kétevenként rendezett CSBK-találkozók mindegyikének más városa volt a helyszíne: 1966 – Szeged; 1968 – Eger; 1970 – Zalaegerszeg; 1972 – Székesfehérvár; 1974 – Ózd; 1976 – Veszprém; 1978 – Budapest (Planetárium); 1980 – Szolnok; 1982 – Kaposvár; 1984 – Kiskunhalas; 1986 – Szombathely; 1988 – Debrecen. A legnagyobb létszámot a Székesfehérváron, 1972-ben, a város alapításának 1000. évében megrendezett, VII. Országos Találkozó érte el. A több mint 400 résztvevő között öt országból 15 külföldi vendég is érkezett. Kulin szinte minden jelenlevőt ismert, hiszen legtöbbször levelezett már, és mindenkihez volt kedves szava. Az elnöki beszámolójában akkor már 5750 CSBK-tagról számolhatott be. A CSBK 1974 novemberében üdvözölte a 10 000. tagját, akinek Kulin egy távcsövet ajándékozott. A műszer mechanikája az Uránia műhelyében készült, a tükröt pedig Kulin csiszolta.

A mozgalom igazi összefogását 1966-ig a Találkozók mellett a Kulinnal való levelezés jelentette a tagok számára. Volt időszak, amikor naponta több tucat levél is ment az Urániából a postára – és legalább ugyanennyi érkezett az amatőröktől. Kulin betűrendben dossziékba gyűjtötte az amatőrök leveleit. A számos hajtogatós dossziéból szinte kifolytak a borítékok, a levelezőlapok. Aki beleolvasott a Kulin által írt személyes levelekbe, megállapíthatta, hogy mindegyikből áradt a szeretet, minden sorából érződött a csillagászat kedvelőjének megbecsülése, az amatőrök gondjainak ismerete, átérzése és a segítőkészség. Kulin Györgyről, a humanista szervezőről az általa írt levelek szövege adhatna igazán hű képet.

A hivatalos fórumok olykor kénytelenek voltak minden ideológiai távolságtartás mellett is valamilyen módon honorálni a legszélesebb körben ismertté vált szellemi és fizikai alkotásait. Így 1966-ban megkapta a Munka Érdemrend ezüst fokozatát. Ő azonban annak az 1973-as SZOT-díjnak örült a legjobban, amelyre nem kormányhivatalnokokból álló bíráló testület, hanem széles körű szavazás választotta ki őt.



6.8. ábra. Tükröcsiszolás közben, a *Hobbym a csillagos ég című* filmben



1969-ben készült az amatőr csillagászokról és munkájukról a *Hobbym a csillagos ég* című kétrészes film, amelyet KOLLÁNYI ÁGOSTON rendezett. A film bemutatta az amatőrök kezdeményezésére épült és felszerelt vidéki bemutató Urániák egy részét, számos amatőr távcsövet, és természetesen a budapesti Uránia szerepét az amatőrök munkájának összefogása terén. A televízió közvetítésével a lakosság széles rétegei láthatták a filmet, és ez újabb lendületet adott a CSBK tagság gyarapodásának. Kulin örömmel jelenthette a *Föld és Ég* Baráti köreink rovatában, hogy a taglétszám az adás után két hónap alatt 400-zal növekedett.

## A Föld és Ég

Az amatőrmozgalom sikeres működéséhez, a tagok szakmai információval való ellátásához egyre nagyobb szükség lett volna egy rendszeresen megjelenő szakfolyóiratra. Miután Kulin meggyőződött arról, hogy önálló csillagászati lapot a TIT nem hajlandó kiadni, kénytelen volt egyezsége lépni a földrajzosokkal, akiket ezen a téren hasonló gondok gyötörtek. 1966-ban megszületett a *Föld és Ég* című folyóirat, amely felerészben földrajzi, felerészben csillagászati-űrutatási témával foglalkozó cikkeket jelentetett meg. A folyóirat 13 évig kéthavonta, majd 1979-től havonta jelent meg. A lap főszerkesztője a TIT Földrajzi Szakosztályának elnöke, VASVÁRY ARTÚR lett, szerkesztője pedig Kulin György. Kulin kínos gonddal ügyelt arra, hogy a csillagászat mindig kitöltse a lap fele terjedelmét. Vérbeli ismeretterjesztőként maga is írt minden számban valami hosszabb-rövidebb cikket. Mindig maga gyűjtötte, válogatta és készítette elő a *Baráti köreink* című rovatot is, amit legnagyobb részét az ország különböző pontjain élő amatőrök beszámolóí, távcsövek fényképe és leírása töltött meg.

A *Föld és Ég* 25 éven át szolgálta az amatőrök, a csillagászat iránt érdeklődők céljait. Az űrkutatás gyors fejlődése miatt megszaporodtak az ilyen témájú



6.9. ábra. A *Föld és Ég* első száma

cikkek, így nem véletlen, hogy 1982-től ALMÁR IVÁN lett a szerkesztőbizottság elnöke.

A CSBK-nak nem volt tagsági díja. A *Föld és Ég* elindulása után a tagság egyetlen költséget jelentő feltétele a folyóirat előfizetése volt.

## A tudomány és fantázia határán

A 60-as években Kulin egyre nagyobb érdeklődéssel fordult a tudományos-fantasztikus irodalom felé. Sokat bosszankodott azon, hogy ezekben a munkákban gyakran találkozott a tudományos ismeretekkel ellentétes, tudománytalan nézetekkel. Ugyanakkor viszont meggyőződése volt, hogy ez a népszerű műfaj kiválóan felhasználható lenne tudományos ismeretek széles körű terjesztésére is. Ezért határozta el, hogy maga is megpróbálkozik ilyen művek létrehozásával. Olyan könyveket akart írni, amelyben minden adat igazolható, minden nézet és körülmény összhangban van a fizika, a csillagászat, az űrkutatás és a többi természettudomány elfogadott ismereteivel. Bizonyára érezte, hogy az ismeretterjesztő művekhez mégoly kiváló stílusa szépirodalmi alkotások létrehozásához már nem elegendő, ezért felkérte jó barátját, FÁBIÁN ZOLTÁNT — aki egy időben az *Írószövetség* titkára volt — hogy olvassa át és formálja szépirodalmivá a szövegét. Az első ilyen közös próbálkozásuk, az *Üzen a nyolcadik bolygó* folytatásokban jelent meg az *Élet és Tudomány* 1965-ös évfolyamának 8–33. számaiban. A szerzők nevét a külföldiesre módosított, rövidített Q. LYN G. — A. F. BIAN rejtette. A mű 1966-ban könyv alakban is megjelent. A szerzőpárosnak később *Az ellentmondások bolygója* címmel jelent meg újabb műve. Az *Aster* című terjedelmesebb, igényesebb sci-fi regény, amelynek létrehozásában KULIN FERENC is részt vett, 1971-ben jelent meg (itt a szerzők „kódja” Q. G. & F. LYN — A. F. BIAN volt). Kulin egyedül is írt sci-fi novellát (Q. G. LYN írói álnéven). Már halála után jelent meg a VÉGH MIKLÓS közreműködésével alkotott fantasztikus regénye: Q. LYN G. — V. EGH M. *Égi rettenet*.

## A nyugdíjas évek

A TIT Csillagászati Szakosztályának titkára hosszú éveken keresztül Róka Gedeon volt. Az ő irodája szintén az Urániában működött. Az 1945-től meggyőződéses párttag Róka jó diplomáciai érzékkel rendelkező, megfontolt ember volt. A bizalmas és őszinte barát higgadt szavaival és okos érveivel mindig le tudta csendesíteni a hevesebb vérmérsékletű Kulint, ha az az Uránia vagy az ismeretterjesztés érdekében elhamarkodott vagy kockázatos lépésre szánta el magát valamelyik felsőbb vezetővel, vagy felettes szervvel szemben. Róka



6.10. ábra. A CSBK 1972-es székesfehérvári találkozója. A kép jobb szélén Róka Gedeon és Ponorí Thewrewk Aurél

azonban 1974-ben váratlanul elhunyt, és halála után már nem volt, aki Kulint megóvjá a jószándékú, ám veszélyes következményekkel járó cselekedetektől. Megalkuvást nem vállaló, kritikus hozzáállása miatt leginkább közvetlen felettesével, a TIT főtitkárával romlott meg a viszonya.

1975-ben, amikor Kulin betöltötte 70. életévét, a főtitkár levélben váratlanul arról értesítette, hogy igazgatói megbízatása azonnali hatállyal megszűnik. Mintegy kárpótlásul megkapta ugyan a TIT legmagasabb kitüntetését, a Bugát Pál emlékérem arany fokozatát, azonban ez sem enyhítette Kulinban a félreállítás okozta keserűséget. A TIT szervezetén belül és azon kívül is több neves személyiség próbált közbenjárni az ekkor már országszerte közismert és szeretett ismeretterjesztő érdekében. Annyit sikerült elérniük, hogy a TIT formálisan tudományos tanácsadóként tovább alkalmazta, azzal a megbízással, hogy elsősorban a népligeti nagyplanetárium működésének előkészítésében vegyen részt.

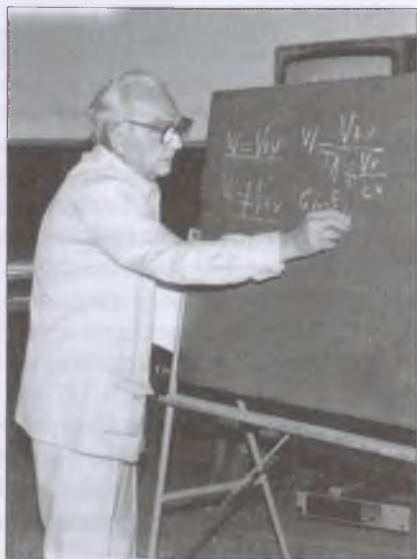
Kulin nyugdíjas korában sem tudta szó nélkül hagyni az ismeretterjesztésben, elsősorban a TIT működésében általa károsnak tartott folyamatokat, döntéseket. Ezekről több olyan kritikus hangú levelet is írt, amelyek elküldé-



séről Róka Gedeon életében bizonyára lebeszélte volna. Ám az egyik levél mégis célba talált: Kádár János személyesen fogadta Kulin, és meghallgatta jogos panaszait a TIT akkori főtitkárával kapcsolatban. A főtitkárt rövidesen le is váltották, de ettől kezdve minden TIT-vezető gyanakvással tekintett Kulinra.

A retorzióknak ható (vagy annak szánt?) TIT-intézkedések Kulin életművének egyik legnagyobb eredményét, a CSBK-t morzszolták fel. Sokaknak szemet szúrt, hogy Kulin mindig tízezer feletti taglétszámról beszélt. Ennek irreális voltára hivatkozva a TIT 1976-ban elrendelte a CSBK decentralizációját és a tagrevíziót. Az első lényege az volt, hogy a tagok nyilvántartása az Urániából a megyei TIT-szervezetekhez került, amelyek többsége ezt újabb adminisztrációs tehernek tekintette, és meglehetősen érdektelenséggel kezelte a CSBK ügyeit. A másik rendelkezés tagkönyvcserét rendelt el, vagyis azontúl nem voltak érvényesek a Kulin által aláírt tagkönyvek. A tagoknak újra jelentkezniük kellett az új tagkönyvért. A régi tagok többsége azonban ragaszkodott az eredeti tagkönyvhöz, így a tagság a TIT hivatalos kimutatása szerint rövidesen 2200-ra csökkent. A TIT vezetése a háttérből azt is elérte, hogy Kulin ne maradhasson a CSBK elnöke. Azt azonban nem tudták megakadályozni, hogy a Veszprém-ben megrendezett IX. Országos Találkozón Kulin Györgyöt a CSBK örökös elnökévé válasszák.

Kulin megkeseredett szívvel és egyre romló látással készítette tovább a tükröket, de lassan az Urániából is kiszorult. Az ottani nagy átalakítási munkák során a mechanikai és optikai műhely az Uránia udvarán felhúzott kisebb épületbe került, ide már nem akart átköltözni. 1982-ben megszűnt a TIT-ben a tanácsadói megbízatása is. Hazavitte a tükröcsiszológépét, és otthon folytatta a távcsőtükrök készítését, csaknem élete végéig. Legalább 3000-re becsülte az általa készített 10 cm-es, vagy annál nagyobb távcsőtükrök számát. Több ízben keresték meg amatőrök azzal a kéréssel, hogy alakítandó egyesületük felvehesse a Magyar Csillagászati Egyesület nevet, Kulin vállalja el az elnöki tiszteletet. Az ilyen kéréseket mindig visszautasította.



6.11. ábra. Ismeretterjesztő előadás közben, a CSBK kiskunhalasi találkozásán (1984)



A nyolcvanas évek végére a törvényi feltételek kedvezőbbé váltak a társadalmi szerveződések, egyesületek alakításához. Ennek hatására ismét felerősödtek a törekvések a régi Magyar Csillagászati Egyesület újjászervezésére. 1989-ben, a rendszerváltás előtti hónapokban csillagászokból, ismeretterjesztőkből, amatőrökből álló kis csoport kezdte meg az előkészítő munkát, amelyben ekkor már Kulin György is komoly lehetőséget látott. Valószínű, hogy az egykori MCSE sikeres újjászervezése sok sérelmét enyhítette vagy feleltette. Röviddel az 1989. április 22-én bekövetkezett halála előtt, február 19-én még felszólalt az egyesület alakuló közgyűlésén.

A temetésén hatalmas tömeg vett részt. Az egyik búcsúbeszédben hangzott el, hogy igazán nagy formátumú szakmai, emberi és szervező egyéniség a kultúra egy-egy területén egy országban évszázadonként legfeljebb egy születik. Ilyen karizmatikus személyiség volt Kulin György a 20. századi magyar csillagászat számára. Valószínűleg ő volt hazánkban minden idők legismertebb csillagásza.



6.12. ábra. Kulin György sírja

Mizser Attila

## A Magyar Csillagászati Egyesület tevékenysége 2003-ban

A ritka csillagászati jelenségekben nem különösebben bővelkedő 2002-es év után 2003-ban az égi események valóságos kavalkádja következett. Nehéz eldönteni, hogy 2003-ban a Mars nagy oppozíciója vagy a november 20-i látványos sarki fény volt-e az emlékezetesebb... A számos esemény azonban nemcsak kiváló észlelési lehetőségeket jelentett az egyesület számára, hanem rengeteg földi tennivalót is: észlelési programok, akciók szervezését, nagyközönség számára tartott rendezvények előkészítését és lebonyolítását, a tömegkommunikáció tájékoztatását.

### A csillagászat hónapja

Májusban szinte egymást érték a jelenségek: Merkúr-átvonulás, teljes holdfogyatkozás és részleges napfogyatkozás adott feladatot a csillagászat kedvelőinek. A „jelenségtorló-dáshoz” igazodva májusra meghirdettük a csillagászat hónapját; a három jelenség észlelése és bemutatása mellett erre a hónapra időzíttettük találkozóinkat. Az MCSE rendes közgyűlését Budapesten tartottuk, az MCSE Helyi Csoportok Találkozóját Hajdúböszörményben, az MCSE Változócsillag Szakcsoport találkozóját *Robbanó Napok* címmel pedig Gyulán bonyolítottuk le. A májusi jelenségek bemutatásában számos helyi csoportunk is részt vett, a győriek például több ezer érdeklődőnek mutatták be a Merkúr-átvonulást.



7.1. ábra. A napóra avatása



7.2. ábra. Előadók és hallgatóság a Mars-éjszakán a Polaris terasán

A csillagászat hónapja tiszteletére CD-t mellékelünk a Meteor májusi számához, kiadtuk KERESZTURI ÁKOS és SÁRNECZKY KRISZTIÁN *Célpont a Föld?* című könyvét, PONORI THEWREWK AURÉL *Hajnali Szép Csillag – csillagászat a Mária-mítoszokban* című művét, és NAGY ZOLTÁN ANTAL munkáját, *A Magyar Messier album keresőtérképeket*. A csillagászat hónapja során avattuk fel a Polaris Csillagvizsgáló új főműszerét, a 200/2470-es refraktort és az intézmény napóráját.

## Egyéb rendezvények

2003 nyarán – a hagyományoknak megfelelően – két nagyobb tábort bonyolítottunk le. Június 27. és július 4. között az Ágasvári turistaház (Mátra) adott otthont *ifjúsági táborunknak*. Július 31. és augusztus 3. között pedig a szentléleki Turistaparkban (Bükk) tartottuk meg a *Meteor 2003 Távcsőves Találkozót*. Az időjárás mindkét rendezvényhez kegyes volt (szinte az egész évről elmondhatjuk, hogy az átlagnál sokkal több derült éggel örvendeztette meg a csillagászatkedvelőket), az ifjúsági táborban mintegy 100-an, a távcsőves találkozón pedig közel 300-an vettek részt.

A csillagászati események tekintetében az év második jelentős időszaka augusztus-szeptemberre esett. Az augusztus 27-i, történelmi Mars-közelség idején tartott távcsöves bemutatóinkat óriási érdeklődés kísérte. Az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban az egész éjszakás nyitva tartás során 10 csillagászati távcsővel és előadások sorával 1100 érdeklődőt fogadtunk, de legalább ugyanennyien voltak, akik a nagy tömeg miatt nem tudtak bejutni. A fokozott érdeklődés egészen szeptember végéig tartott. Részt vettünk a Sziget Fesztiválon is, ahol az Oktatási Minisztérium sátrában tartottunk előadásokat, illetve derült időben távcsöves bemutatásokat.

Minden bizonnyal a Mars-oppozíciónak köszönhető, hogy kisebb „forradalom” ment végbe a hazai bolygóészlelésekben: kiemelkedően sok megfigyelés érkezett erről az időszakról, és az észlelések minőségében is jelentős javulás következett be. A színvonal emelkedésében fontos szerepe van a gyorsan terjedő webkamerás megfigyelési módszereknek<sup>1</sup>.

Az év igazi meglepetése a november 20-i sarki fény volt, amelyet szinte az egész éjszaka során lehetett látni, és amely még a fényszennyezett budapesti égen is sokaknak feltűnt. A korszerű informatikát kihasználó, gyors riasztásnak és információcserének köszönhetően több mint 400 észlelő küldött be megfigyeléseket a rendkívül látványos égi színjátékról. Ez lett minden idők legjobb észlelt, legjobb dokumentált és legjobb fényképezett hazai sarki fénye.

Hagyományainkhoz híven ismét támogattuk a Természet Világa diákpályázatát. Az egyesület különdíjáért pályázók a *Hogy csodálkozna Galilei!* címmel adhatták be dolgozataikat.



7.3. ábra. 2003-ban megjelent kiadványaink

1. Az eredmények a [bolygok.mcse.hu](http://bolygok.mcse.hu) internet címen láthatók.



## Szervezeti és gazdasági ügyek

A sok érdekes jelenség és nagyközönségi rendezvény ellenére az aktív, tagdíjfizető létszám csak kismértékben növekedett. Az új belépők száma alig múlta felül a lemorzsolódókét. Tagnyilvántartásunk szerint az év végén adtuk ki a 3700-as sorszámú tagkönyvet. Mivel azonban csak az tekinthető MCSE-tagnak, aki tagdíjat fizet, ezért az egyesület tényleges létszáma alig haladja meg az 1800 főt. A jövőben nem csupán a tagtoborzással, hanem a tagok megtartásával is többet kell törődnünk. Ugyancsak rendkívül fontos az ifjúsággal való kapcsolattartás – az országban szinte mindenütt azt tapasztalni, hogy a fiatalok egyre kevésbé érdeklődnek a tudomány, és azon belül a csillagászat eredményei iránt.

Az egyesület vidéki munkájának egyik fontos színterét jelentik a helyi csoportok. A 16 helyi csoport működése nagyon heterogén képet mutat, körülbelül kétharmaduk folytat rendszeres tevékenységet. Vannak nagyon jól működő vidéki közösségek, melyek munkája példa értékű; ugyanakkor vannak olyan csoportok is, amelyek csak névleg léteznek, és életjelet alig mutatnak.



7.4. ábra. A Polaris új, 20 cm-es refraktora

Egyesületi bevételeink a korábbi évekhez hasonlóan alakultak. 2003-as bevételeink összege 20 082 000 Ft. Ebből tagdíjbevételeink 8 710 000 Ft volt, sikeres pályázatokon 2 170 000 Ft-ot nyertünk el, tovább növekedett a személyi jövedelemadó 1%-ából származó felajánlások összege, ami 3 226 000 Ft-ot tett ki. A Mars-oppozíció nagy közönségforgalmának

köszönhetően a tervezettnél jobban alakultak a Polaris Csillagvizsgáló bevételei is, ebből a forrásból 1 339 000 Ft származott. Kiadásaink összege 16 724 000 Ft volt. Ebből a legnagyobb tételt továbbra is a nyomdaköltségek jelentik, 5 275 000 Ft-tal. Ebben a Meteor című lap és a Csillagászati évkönyv mellett az előbbieken említett könyvek is szerepet játszottak. A kiadási oldal jelentős tételei még a közvetlen működési költségek, a kommunikációs kiadások, a nagyrendezvények szervezése és lebonyolítása, valamint a Polaris csillagvizsgáló fejlesztése.

## Polaris Csillagvizsgáló

Továbbra is egyik legfontosabb feladatunk az egyesületi központ, az óbudai Polaris Csillagvizsgáló színvonalas üzemeltetése. Az intézmény látogatottsága 2003-ban meghaladta az 5000 főt, összesen 150 éjszakán tartottunk nyitva. Az igen kedvezően alakuló látogatottság elsősorban a nagy Mars-közelségnek köszönhető. A tavaszi és az őszi időszakban is tartottunk *előadás-sorozatot*, összesen 21 előadással.

### A Polaris Csillagvizsgáló 2003. tavaszi és őszi előadás-sorozata

- febr. 18. Csaba György Gábor: 530 éve született Kopernikusz
- febr. 25. Marton Géza: Építsünk napórát!
- márc. 04. Dr. Kolláth Zoltán: Sci-fi csillagász szemmel
- márc. 18. Spányi Péter: Rosetta: hogyan tovább?
- ápr. 01. Bartha Lajos: A szögletes Szaturnusz és más furcsaságok
- ápr. 08. Sárnecky Krisztián: Nagycsaládos kisbolygók
- ápr. 15. Kereszturi Ákos: Egyedül vagyunk a Világegyetemben!
- ápr. 22. Hollósy Tibor: Óriásbolygók tavasza
- máj. 06. Zsoldos Endre: Európai csillagászok – magyar csillagászok
- máj. 13. Fűrész Gábor: Az ESO, az Európai Déli Obszervatórium
- máj. 20. Ábrahám Péter: Egy európai űrobszervatórium: az ISO
- máj. 27. Spányi Péter: European Space Agency: Európa a világűrben
  
- okt. 07. Hollósy Tibor: A 2003-as nagy Mars-közelség tanulságai
- okt. 14. Bartha Lajos: A Mars változó arca
- okt. 21. Kereszturi Ákos: Emberrel a Marsra?
- okt. 28. Galántai Zoltán: Mars-csatornák, Mars-mítoszok és egyebek
- nov. 04. Horvai Ferenc: Kína emberes űrprogramja
- nov. 11. Marton Géza: Érdekeségek a napórák világából
- nov. 18. Spányi Péter: Közel a Szaturnuszhoz
- nov. 25. Rezsabek Nándor: Fejezetek az MCSE történetéből 1946-49
- dec. 02. Mizser Attila: Magyarország bemutató csillagvizsgálói

Ezek mellett májusban az Európai Unióhoz való csatlakozás idején *Európa és a csillagok* néven szerveztünk önálló sorozatot, melyben az európai csillagászati és űrkutatási intézményekkel ismerkedhetett meg a hallgatóság. A korábbinál több iskolai csoportot fogadtunk, és bővült csillagászati szakkörünk programja is. A Polaris több észlelési terület találkozójának is otthont adott. Március 22-én volt a *Messier-észlelők találkozója*, április 12-én a *Bolygóészlelők találkozója* és november 15-én a *Holdészlelők találkozója*.

Balázs Lajos

## Az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézetének működése 2003-ban

A hazai csillagászati élet jelentős eseménye volt az Európai Csillagászati Társaság (EAS) budapesti 12. közgyűlése (JENAM: Joint European and National Astronomy Meeting). Ez az első alkalom, hogy Magyarország ilyen rendezvénynek otthont adott. A helyi szervező az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, illetve az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézete volt. A házigazda szerepét az ELTE TTK légymányosi campusa töltötte be. A közel 400 résztvevő javarésze Európából érkezett, de szép számmal vettek részt szakemberek Japánból és az Egyesült Államokból is. A tudományos program felölelte a csillagászat és asztrofizika legfontosabb területeit. A plenáris előadások mellett 11 miniszimpoziumra is sor került, amelyek néhány kiemelt területet részletesebben is szemügyre vettek. A miniszimpoziumok közül háromnál a tudományos szervezőbizottság elnöke az MTA KTM CSKI (KOLLÁTH ZOLTÁN, KUN MÁRIA, OLÁH KATALIN), míg egy esetben az ELTE munkatársa volt (ÉRDI BÁLINT).

### Tudományos eredmények

#### *Csillagok belső szerkezete és fejlődése*

*RR Lyrae típusú változócsillagok.* Az M3 RR Lyrae típusú változóinak pontos fotometriája alapján sikerült szeparálnunk a horizontális ági csillagfejlődés különböző szakaszaiban lévő csillagokat. A változócsillagok megfigyelt eloszlása rendkívül jó egyezést mutat a horizontális ági csillagfejlődési modellek jóslataival. Eredményünk arra is rávilágított, hogy az Oosterhoff-dichotómia (a gömbhalmazokat az alapmódusú, ill. felhangban rezgő változók aránya és ezek átlagperiódusa alapján OoI és OoII típusba sorolják) a halmazok változóinak különböző fejlődési állapotával értelmezhető (BAKOS G., BENKŐ J., JURCSIK J., SZEIDL B.).

Az RW Draconis főperiódusának hirtelen csökkenésekor a Blazsko-effektusban erős változás lépett föl. Ettől kezdve (kb. JD. 2 424 000) a fázismodulációban egy kb. 8.5 éves ciklikus változás jelentkezt csökkenő amplitúdóval. Az amplitúdómoduláció nem mutatott parallel változást. A Blazsko-



effektus periódusában JD 2 430 000 körül bekövetkezett változás  $\pi/2$  fázisugrással is magyarázható (PÓCS M., SZEIDL B.).

A V516 Cas jelű – korábban nem klasszifikált – változóról sikerült BVI színekben teljes fénygörbét kapnunk a mátrai 1 m-es teleszkóppal, amelyből meghatároztuk periódusát és típusát (RRab). Távolsága meghatározásakor példát mutattunk arra, hogy az RRab csillagok Fourier-paramétereinek és átlagfényességének kapcsolatát megadó empirikus formulák segítségével az intersztelláris vörösödés illetve azon keresztül a vörösödési törvény (az abszorbeáló porszemcsék karakterisztikus mérete) is vizsgálható (BENKŐ J.).

Megvizsgáltuk annak a szakirodalomban gyakran említett ellentmondásnak az okát, amely szerint a galaktikus cefeida és RR Lyrae csillagokra a Baade–Wesselink- (BW-) módszer alapján kapott távolságok inkonzisztensek abban az értelemben, hogy a belőlük leszármaztatott, a Nagy Magellán-felhőre vonatkozó távolság jelentős eltérést mutat. A kétféle változócsillagra vonatkozó BW-analíziseket különböző módszerekkel, különböző kutatócsoportok végezték. Most ugyanazt a módszert alkalmaztuk 19 RR Lyrae és 24 cefeida változóra, mindkét esetben az irodalomból vett pontos fotometriára és radiálissebesség-mérésekre támaszkodva, valamint figyelembe véve az effektív gravitációs gyorsulás és a bolometrikus korrekció pulzációs fázistól való függését. Ennek eredményeként mindkét típusú változóból néhány század magnitúdó eltéréssel ugyanazt a távolságmodulust kaptuk. Ez az érték ( $18^m55$ ) a „hosszabb távolságskála” helyességét támasztja alá. Fontos megjegyezni, hogy ugyanezt a távolságértéket kaptuk különböző kétmódusú csillagok (RR Lyrae, cefeida) BW-módszertől teljesen különböző elvet alkalmazó analízisével is (KOVÁCS G.).

Elkészítettük a Draco törpegalaxis változócsillagainak első, CCD-re alapozott feltérképezését. E munka során 146 RR Lyrae csillagot találtunk, és az RRab csillagok alapján becslést tettünk a galaxis távolságára (BAKOS G.).

Megállapítottuk, hogy a HRD-n a dinamikai szempontból határciklussal jellemezhető (alapmódusú F, illetve első felhangbeli O1) pulzátorok tartományai között mindig létezik kétmódusú és/vagy két szimultán stabil határciklussal jellemezhető tartomány (F/O1, F/DM) is. Rögzített tömegnél a kétmódusú tartomány alacsonyabb luminozitásnál van, míg egy adott luminozitás esetén csak magasabb tömegnél fordul elő (KOLLÁTH Z., SZABÓ R.).

A móduszelekción és a csillagfejlődés kapcsolatának elemzésével megállapítottuk, hogy a kétmódusú csillagok nemcsak hőmérsékletben, hanem a tömeget tekintve is rendkívül szűk ( $0.01 - 0.02 M_{\odot}$ ) tartományban találhatók. A független eredményekkel egybehangzóan azt találtuk, hogy a kétmódusú csillagok tömege csökken a fémtartalommal. Az általunk kiszámolt lehetséges kétmódusú tartományt magas fémtartalom esetén elkerülik a csillagfejlődési



útvonalak, így – a megfigyelésekkel összhangban – ezek között nem találunk RRd csillagokat (KOLLÁTH Z., SZABÓ R.).

Először sikerült valódi, nemlineáris kétmódusú modellek alapján kielégítően reprodukálni az RRd csillagok Petersen-diagramon megfigyelhető eloszlását. Az eredmény csak a csillagfejlődés figyelembevételével adódik, a kétmódusú modellek önmagukban nem adnak megszorítást a  $P_0 - P_1/P_0$  síkon ( $P_0$  az alpmódus,  $P_1$  az első felhang periódusa) (KOLLÁTH Z., SZABÓ R.).

*Cefeidák.* A radiális sebesség és a fényesség változásának mértékéből (az amplitúdók arányából) valószínűsítettük, hogy a Kis Magellán-felhőbeli HV 834 és a Nagy Magellán-felhőbeli HV 2864 cefeidák kettős rendszer tagjai. Ugyancsak az amplitúdóarányból következik, hogy a kis amplitúdójú galaktikus cefeidák (az s-cefeidák) többsége alpmódusban pulzál, szemben a korábbi vélekedéssel, amely szerint az ilyen csillagok felhangban rezegnek (SZABADOS L.).

A tényleges s-cefeidák esetén (amelyek az első felhangban rezegnek) a fénygörbe alakja változik a periódus függvényében. A fényváltozás Fourier-paramétereinek változása a módusok rezonanciájára utal. Cefeidák pulzációs modelljeit számoltuk a turbulens-konvektív kódunkkal a Girardi-féle evolúciós utak mentén. Eredményeink jó egyezésben vannak az OGLE2 Magellán-felhőről kapott megfigyelési anyagával. Kimutattuk, hogy a megfigyelhető jellegzetességek magyarázata csak a csillagfejlődés, a pulzáció és a konvekció együttes modellezésével lehetséges. Vizsgálataink alapján arra lehet következtetni, hogy a  $P_1/P_4$  rezonancia a felhangban rezgő s-cefeidák esetén 4 napnál hosszabb periódusnál jelentkezik, ami megerősíti a galaktikus cefeidák alapján kapott korábbi eredményünket (KOLLÁTH Z.).

*Fehér törpék oszcillációja.* A KUV 05134+205 és PG 1654+160 fehér törpe csillagok WET (Whole Earth Telescope) észlelésében kimutattuk az egyidejűleg gerjesztett több módus jelenlétét. A KUV 05134+205 csillagnál az egyes módusokhoz tartozó amplitúdók változását a WET kampányt kiegészítő, későbbi piszkástetői megfigyelések alapján lehetett kimutatni. A PG 1654+160 csillag esetében a korábbiakkal azonos módusokat sikerült megerősíteni. A módusok szeparációja a nem-radiális g-módusok jelenlétére utal (PAPARÓ M., ZSUFFA D.).

Hazai megfigyelésekre alapozva a G117–B15A jelű DA (ZZ Ceti) típusú és a PG 1144+005 jelű PG 1159 típusú fehér törpék közül az első csillagnál megerősítettük a korábbi frekvenciák jelenlétét (215.2 s domináns módussal), míg az utóbbi csillagra nem találtunk fényváltozást, noha a csillag kémiai szerkezete a változás jelenlétét indokolná (PAPARÓ M., ZSUFFA D.).

A WET kampány melléktermékeként felfedeztünk egy új fedési kettőst I<sup>d</sup>29 periódussal. A tömeg- és sugárarány, az inklináció és a spektrális para-

méterek alapján a rendszer egy késői K típusú csillagból és egy barna törpéből áll (PAPARÓ M., ZSUFFA D.).

### *Aktív jelenségek csillagok légkörében*

Az UZ Lib aktív óriáscsillagról készült kilenc év hosszúságú fotometriai adatait Fourier-módszerrel analizáltuk. Eredményül azt kaptuk, hogy a rotációs periódus három egyedi periódusból tevődik össze. A csillagon a foltok elhelyezkedése a kilenc év alatt igen stabil volt. Azonosítottuk a különböző periódusokat a csillag különböző szélességein elhelyezkedő foltokkal, így módon meghatároztuk a csillag differenciális rotációjának mértékét és irányát is. A főperiódus az egyenlítői vidék foltjaitól származik és megegyezik a kettős rendszer pályaperiódusával. A magasabb szélességeken ennél gyorsabb a rotáció: ez példa a nem-szoláris differenciális rotációra (JURCSIK J., OLÁH K.).

Az LQ Hya felszínén a foltok fejlődését idősorba rendezett Doppler-képek segítségével vizsgáltuk. A differenciális rotációt egymás utáni Doppler-képek kereszt-korrelációját összegezve mutattuk ki (KÖVÁRI Zs.).

Az SV Cam aktív fedési kettőscsillagra vonatkozó megfigyelési anyag feldolgozása során foltpozíciókat határoztunk meg. A talált foltok csillagrajzi hosszúsága pontosan megadható, de a csillagrajzi szélesség meghatározásának jelentős a hibája (CSIZMADIA Sz., PATKÓS L.).

A V861 Her (W UMa típusú) fedési kettős megfigyelési anyagának feldolgozásával is foltpozíciókat határoztunk meg. A legalább az egyik komponensnél jelentkező csillagaktivitással magyaráztuk, hogy a 2000-ben, ill. a 2003-ban mért fénygörbén eltérő mértékű O'Connell-effektust találtunk, illetve azt a tényt, hogy  $H\alpha$ -ban mérve a rendszer  $0^m45$ -vel fényesebb a hasonló színindexű főági csillagoknál (CSIZMADIA Sz., MOÓR A., PATKÓS L.).

### *Napaktivitás*

22 bipoláris aktív vidéket vizsgáltunk, amelyeknek az egyenlítőhöz viszonyított dőlésszöge 3 vagy több naprotáció alatt szisztematikusan változott. Az elfordulás irányából következtettünk a fluxuscső tengelyének csavarodottsági irányára, míg a tengely körüli belső csavarodottságot vektormágneses mérésekből határoztuk meg. Arra következtettünk, hogy a konvektív zónában levő nagyléptékű örvények a felszálló fluxuscsovek deformációjának legfőbb okozói (GESZTELYI L.).

A Yohkoh/SXT lágyröntgen koronafelvételeinek és a SOHO/MDI mágneses térképeinek analízisével kimutattuk, hogy a korona térfogategységnyi fűtése a fotoszférikus mágneses tér négyzetével, azaz a mágneses energiasűrűséggel arányos (GESZTELYI L.).

Elkészítettük a Yohkoh/SXT ASPECT kamerája által észlelt fehér flekerek katalógusát, és a felfedezett 28 fehér flet összehasonlítottuk a folytonos színeképben emissziót nem produkáló flekerek jellemzőivel a lágy- és keményröntgen-tartományban. Felfedeztük, hogy a fehér flekerek esetében a koronában jelentősen magasabb a gáznyomás, mint az azonos energiát felszabadító, de fehér fényű emissziót nem produkáló flekerekben (GESZTELYI L.).

Kimutattuk, hogy a SOHO/MDI magnetogramjain koronakitörések során megfigyelt mágneses aszimmetria (az egyik polaritás túlsúlya) új mágneses fluxus megjelenésének tulajdonítható (GESZTELYI L.).

Yohkoh/SXT és SOHO/CDS adatok analízisével kimutattuk, hogy a különböző félgömbön levő aktív vidékeket összekötő egyik óriási koronahurok flerszerű aktivitást mutat, ami bizonyíték a Nap két félgömbje közötti mágneses átkötődésre (GESZTELYI L.).

A SOHO/EIT sorozatfelvételein látható hullámszerű jelenséget vizsgálva kimutattuk, hogy nem MHD hullámról, hanem csomókba tömörülő hűvös anyagnak a koronából való leáramlásáról van szó (GESZTELYI L.).

SOHO/SUMER-adatok felhasználásával egy koronalyuk határa mentén kétirányú kilövelléseket fedeztünk fel, amelyek a mágneses átkötődés helyéről kiáramló gázcsóváknak tulajdoníthatók (GESZTELYI L.).

Az AR 7978 szoláris aktív vidék koronális, átmeneti és kromoszférikus fluxusáról kimutattuk, hogy a korona térfogategységnyi fűtése a mágneses energiasűrűséggel arányos (KÖVÁRI Zs.).

A NOAA 9373 aktív vidékben 11 nap alatt felbukkanó 7–8 bipoláris napfoltcsoport kölcsönhatásainak vizsgálatához módszert dolgoztunk ki a fotoszféraképek és magnetogramok egyidejű ábrázolására. A számítógépes animáción jól követhető a felbukkanó dipólok fejlődése és az egyes umbrák kölcsönhatásai. A koronahurkok kirajzolják a fotoszféra feletti mágneses erővonalakat, ezekből szintén látható, hogy a különböző aktivitáshoz tartozó foltcsoportok mágneses tere a koronában is elkülönül, nincs köztük kölcsönhatás (KÁLMÁN B.).

Az  $\Omega$ -hurkok átlagos felszállási idejére az elméleti számolásokból adódó néhány hónapos időtartamokkal szemben csak néhány napos felemelkedési időt kaptunk. Megmutattuk, hogy ez összhangban van azon másik eredményünkkel, miszerint a felszálló  $\Omega$ -hurkok a konvektív zóna tetejéhez közeledve minden bizonnyal „elszakadnak” (GERLEI O., TÓTH L.).

Koronakitörések dipólciklustól függő további sajátjaival kapcsolatban az derült ki, hogy „antiparallel” években (amikor a szoláris és földi dipól ellentétes irányú) a GSE-ben mért z-komponens erősen negatív ( $-5$  nanoteslánál kisebb) értékei szignifikánsan gyakoribbak a nem-geoeffektív időszakokban, mint a geoeffektívekben. A „parallel” években nincs ilyen különbség (BARANYI T., LUDMÁNY A.).



Az umbra-penumbra arány kvázi-kétéves változását vizsgálva megállapítottuk, hogy ennek maximuma környékén nemcsak az umbra-penumbra arány átlaga nő meg, hanem az extrém nagy umbrájú vagy gyakorlatilag penumbra nélküli foltok száma is (BARANYI T.).

Befejeztük a Debrecen Photoheliographic Data katalógust az 1994. és 1995. évekre. A végső ellenőrzés után a képi adatbázist is hozzáférhetővé tettük, amelynek felhasználásához HTML-prezentáció készült. Az 1997-re vonatkozó előzetes adatokat ftp-re tettük (BARANYI T., GYÖRI L., LUDMÁNY A., MEZŐ GY.).

### *Csillagkeletkezés és az intersztelláris anyag fizikája*

A Lynds 1333-ban, a Lynds 1340-ben és az IC 2118-ban spektroszkópai és fotometriai mérések alapján meghatároztuk a fiatal csillagok effektív hőmérsékletét és luminozitását, továbbá ezeket a mennyiségeket elméleti modellekkel összehasonlítva, tömegüket és korukat. A fiatal csillagok és a felhők összehasonlítása megmutatta, hogy az IC 2118 magas galaktikus szélességű molekulafelhőiben az egy protocsillagra jutó  $C^{18}O$  tömeg lényegesen kisebb (kb.  $5 M_{\odot}$ ), mint a Taurus-felhőkben (kb.  $11 M_{\odot}$ ) (KUN M.).

Elvégeztük 16 kettős és 18 magányos T Tauri csillag ISOPHOT méréseinek egységes feldolgozását. Az eredmények szerint a ma használatos, kifelé fokozatosan vastagodó trapézkorong-modellek 100 és  $200 \mu m$  között az észlelhez képest szisztematikusan magasabb fluxust jósolnak (ÁBRAHÁM P.).

Összegyűjtöttük az ISOPHOT–S fiatal csillagokra vonatkozó valamennyi mérését, ezeket újraredukáltuk és spektrálatlaszba rendeztük. Az atlasz 120 fősorozat előtti csillag mintegy 150 mérését tartalmazza. Az adatbázison elvégeztük az alapvető statisztikai vizsgálatokat is (ÁBRAHÁM P.).

Megvizsgáltuk a kis tömegű T Tauri csillagok  $10 \mu m$  körül megfigyelhető szilikátemisszió profiljának szisztematikus változásait. A vizsgált csillagok egy része körül a porszemcsék átlagos mérete nagyobbnak bizonyult az intersztelláris porszemcsék méreténél (ÁBRAHÁM P.).

Befejeztük az LI251 sötét felhő BVRI extinkciós térképeinek vizsgálatát. Az eredmények szerint a felhő sűrű részeiben a porszemcsék mérete nagyobb az átlagosnál. A felhő fej része jól modellezhető egy Schuster-gömbbel (ÁBRAHÁM P., BALÁZS L., KELEMEN J., KUN M.).

Az ISO Adatközpont és az MTA CsKI között létrejött szerződés keretében 2003 elejére befejeztük az ISOPHOT mini-map megfigyelési módjának újrakalibrálását. Az általunk kidolgozott új adatfeldolgozási módszerrel sikerült jelentősen csökkenteni az eredmények hibáit (MOÓR A.).



Az ISOPHOT minden  $\lambda < 90 \mu\text{m}$  mérésére meghatároztuk a konfúziós zaj várható értékét. A cirrusztól eredő konfúziós zajt modelleztük a Spitzer, Astro-F és Herschel űrtávcsövekre (KISS Cs.).

Elkészült az infravörös hurkok katalógusának végső formája a 2. galaktikus négydre (KISS Cs., MOÓR A.).

### *A felsőlégkör szerkezete*

Az előző évi beszámolóban említett koronakitörések és korotáló áramok különböző hatásával kapcsolatos eredmények további kontrollálásánál kiderült, hogy a megfigyelési anyag eloszlása olyan rendkívüli volt, hogy az egyik csoportba csak nappali, a másik csoportba csak éjszakai észlelések estek. Tehát nem lehet eldönteni, hogy CME-korotáló vagy nappali-éjszakai effektust mutatja-e a megfigyelési anyag (ALMÁR I., ILLÉS E.).

A felsőlégköri sűrűségváltozás vizsgálata témakörben megkezdtük a régi megfigyelési anyagon az általunk javított nemzetközi felsőlégköri modell ellenőrzését. Előkészítettük az 1965 – 1978 közötti időszakra a mesterséges holdak fékeződéséből kapott megfigyelési anyagunkat e vizsgálat elvégzésére. A legnagyobb excentricitású pályán mozgó 20 mesterséges hold fékeződéséből kapott anyagot használjuk fel. Erős észak-dél aszimmetria látszik a nemzetközi modell maradékaiban (ALMÁR I., ILLÉS E.).

Egyik korábbi eredményünkkel kapcsolatban magyarázatot találtunk: az egy adott magasságban ugrásszerűen megnövekvő amplitúdójú sűrűségfluktuációk jelenségét a konvektív instabilitással hoztuk kapcsolatba. A termoszféra szőnyeg forgó részében ugyanis már nagyon kicsi a növekvő vertikális hőmérsékleti gradiens, és csekély amplitúdójú légköri hullámok is kiválthatják az instabilitást (ALMÁR I., ILLÉS E.).

### *Kisebb témák*

*Fedési kettőscsillagok:* Összeállítottuk a W UMA típusú fedési kettőscsillagok fénygörbe-megoldásainak első katalógusát, amely 159 rendszer észlelésekből megállapított geometriai és fizikai állapotathatározóinak számszerű értékét tartalmazza. A katalógus adatainak felhasználásával empirikusan kimutattuk, hogy a W UMA kettősökben a főcsillagról a kísérőre átáramló luminozitás nagysága a két csillag luminozitás-arányával arányos. Az arányosság számszerű értékét felhasználva sikerült W UMA-kra új távolságmeghatározási módszert kifejleszteni (CSIZMADIA SZ.).

Első ízben adtuk meg a szakirodalomban a W UMA-kettősök pontos tömegarány – fényességarány relációját, amely alosztályoktól való függést mutat. Felismertük a H-típusú rendszereket: a  $q > 0.75$  tömegarányú W UMA-

kettősök eltérő viselkedést mutatnak a főcsillagról a kísérőre történő energia-transzport nagyságát illetően (CSIZMADIA Sz.).

Összeállítottuk az SV Cam minimumidőpontjainak eddigi legteljesebb adatbázisát, és ebből pontosítottuk a szekuláris periódusváltozás nagyságát, valamint a rendszerben található, láthatatlan 3. test pályaelemeit (CSIZMADIA Sz.).

*A Naprendszer kis égitestei:* A 103P/Hartley 2 termális infravörös megfigyeléseihez illesztett standard modell (STM) alapján az üstökös mag effektív rádiuszára  $0.58 \pm 0.12$  km-t kaptunk, ami az általunk a HST-vel és ISO-val megfigyelt üstökösök közül az egyik legkisebb, az ISO-val megfigyelték közül pedig a legkisebb (TÓTH I.).

A 67P/Churyumov–Gerasimenko-t, az ESA Rosetta űrszondája célüstökösét a HST-vel figyeltük meg. A nagy felbontású HST PC2 lehetővé tette az üstökös mag méretének meghatározását. A mag effektív rádiusza  $1.98 \pm 0.02$  km, rotációs periódusa  $12.3 \pm 0.2$  óra (TÓTH I.).

A HST PC2 felvételeken elemeztük a 73P/Schwassmann–Wachmann 3 üstökös szétesett magjának fő komponensét, és az effektív rádiuszra 0.68 km adódott (TÓTH I.).

Az 55P/Tempel–Tuttle-t, a Leonida meteorraj szülőüstökösét a HST PC2-vel az optikai tartományban, illetve az ISO ISOCAM segítségével a termális infravörösben is sikerült megfigyelni, és a mag fényét elkülöníteni az aktív kómától az általunk kifejlesztett és finomított módszer segítségével (TÓTH I.).

Az ISO ISOCAM LW10 méréseiből a 126P/IRAS üstökös magjának effektív rádiuszára  $1.43 \pm 0.08$  km-t kaptunk a termális infravörösben illesztett standard modell alapján (TÓTH I.).

Az ekliptikai üstökösök eredetét vizsgáltuk a HST és ISO megfigyelések alapján. A HST kitűnő minőségű optikája és az általunk kifejlesztett módszer segítségével igen kis méretű (több esetben néhányszor tíz méteres rádiuszú) üstökösöket is sikerült megfigyelni az aktív kóma ellenére is, ami még nagy földi teleszkópokkal sem lehetséges (TÓTH I.).

A HST-vel kapott üstökös mag-színindexeket kiegészítettük más megbízható, földi megfigyelési eredményekkel. Az üstökösök színe átlagban vörösebb a Napénál, azonban nagy tartományban szór az enyhén kéktől a nagyon vörösig. A színindexeken alapuló vizsgálataink szerint folytonos evolúciós átmenet van a transzneptun objektumok, kentaurok és rövid keringési idejű üstökösök, valamint az inaktívvá vált üstökös eredetű aszteroidák között (TÓTH I.).

A beszámolási időszakban tovább folytattuk az üstökösök és kisbolygók rendszeres asztrometriai és fotometriai vizsgálatát a piszkéstetői Schmidt-teleszkóppal (KELEMEN J.).

*Planetológia:* A Phobos és az Europa hold repedésrendszerének összehasonlítása során felvetettük azt a lehetőséget a Phobos hold redőrendszerének magyarázatára, hogy a réteges szerkezet azért vált láthatóvá, mert az árapályerők hatására a rétegek mentén a hold könnyebben tudott megrepedni (ILLÉS E.).

Horváth A. Marssal kapcsolatos eredményei a TIT Budapesti Planetárium beszámolójában olvashatók.

*Gammafelvillanások:* A „fuzzy classification” eljárással megerősítettük a gammafelvillanások rövid és hosszú csoportja között egy átmeneti, közepes időtartamú csoport létét. Eltérően a rövidektől és a hosszúaktól, ahol a kémenység és az időtartam között nincs korreláció, a harmadik csoportban e két mennyiség között negatív korreláció van. Ez a tulajdonság fontos megkötést jelent a lehetséges modellek kiválasztásánál (BALÁZS L.).

*Csillagásztörténet:* A magyarországi csillagászat történetén belül Schnitzler Jakab életét és műveit vizsgáltuk. Schnitzler a 17. század közepén élt, Wittenbergben tanult. Még Wittenbergben írt disputatio-i közt szerepel egy az új csillagokról, mely máig az egyetlen magyarországi szerző által írt, tudományos igényű munka változócsillagokról (ZSOLDOS E.).

*Archaeoasztrológia:* A Basatanya I és II rézkori temető adatait különböző, számítógépen megjeleníthető matematikai modellekkel értelmeztük. A „harcias” protoeuropidok a II korszakban kevesen vannak; beolvadtak a földművelő mediterrán közösségbe, vagy elhagyták a területet. A tájolás tükrözi az etnikai különbségeket (BARLAI K.).

## Hazai és nemzetközi kapcsolatok

*Hazai kapcsolatok:* Együttműködtünk a soproni GGKI-vel, az ELTE Gyógypedagógiai Főiskola Foniátriai Tanszékével diszlexiás gyerekek vizsgálatában, valamint a Budapesti Műszaki Főiskolával: a fényszennyezés témakörben az „Ipari Környezetvédelem” című tárgy keretén belül.

A beszámolási időszakban is részt vettünk az egyetemi oktatásban előadások, gyakorlatok tartásával, valamint szakdolgozati és doktori témavezetéssel. Kutatóink az alábbi előadásokat, illetve gyakorlatokat tartották:

ELTE-n: Előadás: A csillagkeletkezés alapjai, Általános csillagászat IV–V, Asztrofizika IV, Asztrofizikai megfigyelési módszerek, Asztrostatisztika I–II, Asztroszeizmológia, Bioasztrológia, Csillagaktivitás – aktív csillagok I–II, Csillagászat a fizikatanár továbbképzőn, Csillagászati informatika III, Obszervációs csillagászat, Planetológia, Szférikus csillagászat történeti alkalmazásai. Gyakorlat: Bevezetés a csillagászatba II, mérési gyakorlat II. éves csillagász szakos hallgatók számára, mérési gyakorlat IV. éves fizikus hallgatóknak.



DTE-n: Előadás: A Nap és a csillagok fizikája, fizikus és fizika szakos hallgatók számára

SZTE-n: Előadás: Galaktikus csillagászat 1., Űrcsillagászat IV. éves csillagász szakos hallgatók számára.

*Nemzetközi kapcsolatok:* német–finn–magyar együttműködés az extragalaktikus háttérsugárzás vizsgálatára; együttműködés az amerikai Spitzer-űrtávcsőre benyújtandó pályázatok közös kidolgozásában (MTA CSKI, MPIA Heidelberg, STScI Baltimore, AIP Potsdam); GAIA asztrometriai űrmisszió változócsillag-munkacsoport; folyamatos részvétel a Nemzetközi Asztronautikai Akadémia munkájában; Space Telescope Science Institute-tal való együttműködés, főleg nagy sajátmozgású csillagok és asztrometriai mikrolencsék kutatása terén; Princeton University Observatory-val, automatizált változócsillagászati megfigyelésekben; MACHO-programban való részvétel; a DPD katalógushoz nemzetközi együttműködések keretében kapunk észleléseket a következő obszervatóriumokból: Kiszlovodszk (Oroszország), Kanzelhöhe (Ausztria), Mount Wilson (USA), Abastumani (Grúzia), Ebro (Spanyolország), Helwan (Egyiptom), Kijev, Lvov (Ukrajna), Kodaikanal (India), Ondrejov, Vassilicke Mezirici (Csehország) és Taskent (Üzbegisztán).

## Hazai és nemzetközi pályázatok

*Hazai pályázatok:* OTKA (14 tematikus, 1 műszerpályázat), Magyar Űrkutatási Iroda.

*Nemzetközi pályázatok:* argentin–magyar, német–magyar, olasz–magyar TÉT együttműködés, PRODEX együttműködés az ESA-val, együttműködés az ESA ISO Data Centerrel, Heidelberg–ESA/ESTEC–Budapest együttműködés a galaktikus cirrusz vizsgálatára, COST action 283: „Computational and Information Infrastructure in the Astronomical Data Grid”, MTA–Izraeli Tudományos Akadémia közötti egyezmény, MTA–JSPS kétoldalú együttműködés, MTA–CNRS közös projekt, részvétel az EU 6. keretprogram European Interferometry Initiative JRP-ben.

## Műszaki fejlesztés, számítástechnika

Az év során az intézet [www/ftp-szerveret](http://www/ftp-szerveret) lecseréltük egy SunFire V100-as gépre. A Piskésetői Obszervatórium lokális hálózatát felújítottuk és kibővítettük. Beszereztünk egy-egy GPS időjellevőt Budapestre, ill. Piskésetőre – ezek látják el az időalap szerepét. Az új telefon-alközpontot az NIIF program segítségével összekötöttük az informatikai hálózattal, és bevezettük az Interneten való telefonálás (VoIP) szolgáltatást. Elkészült az Intézet Prince-



ton gyártmányú CCD-kamerájának vezérlőszoftvere (QP Astronomical Observer). A programhoz felhasználóbarát grafikus felület kapcsolódik. Az Intézet budapesti 60 cm-es reflektorának felújítási munkálatai befejeződtek. A felújításnak köszönhetően az észlelések teljesen automatikus üzemmódban végezhetők. A távcsővel szeptemberi átadása óta rendszeresen folynak a megfigyelések.

## Az Intézet személyi állománya

Az előző év végéhez képest az alábbi változások történtek: Intézetünk állományába került: Molnár Attila, Mosoni László, Srágli Attila, Zsuffa Dávid (Budapest), Ludányi Andrea (Debrecen), Sulyok József (Piszkéstető). Intézetünkéből távozott: Bakos Gáspár, Domsa István, Molnár Attila (Budapest), Pataki Klára, Sebestyén Horváth Anikó (Debrecen), Vona Tamás (Piszkéstető).

December 23-án kísértük utolsó útjára Dezső Lorántot, a debreceni Napfizikai Observatórium alapítóját és egykori igazgatóját. Személyében a magyar csillagászat nemzetközi mércével mérve is kiemelkedő egyéniségét veszítette el (a róla szóló megemlékezés a beszámolók után, kötetünk végén olvasható).

Érdi Bálint

## Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2003-ban

### Személyi állomány

A Tanszék személyi állománya az előző beszámolási időszakhoz képest nem változott. Tanszékvezető: Érdi Bálint egyetemi tanár. A Tanszék munkatársai: Balázs Béla egyetemi tanár, Petrovay Kristóf egyetemi docens, Szécsényi-Nagy Gábor egyetemi adjunktus, Tóth L. Viktor egyetemi adjunktus. Tóth L. Viktor egész évben Heidelbergben, a Max Planck Intitutban dolgozott. Oktatói feladatainak helyettesítésére Sándor Zsolt kapott tanársegédként megbízást. Doktorandusz hallgatók: Hetesi Zsolt, Kiss Zoltán, Kovács Tamás, Könyves Vera, Major Balázs, Nagy Imre.

### Oktatás

A tanszék oktatási tevékenysége az eddigi gyakorlatnak megfelelően folytatódott<sup>1</sup>.

A beszámolási időszakban a következő hallgatók tettek csillagászatból záróvizsgát: Csomós Petra, Dudás Csaba, Eredics Mária, Hetesi Zsolt, József Zsófia, Kovács Ágnes Lilla, Kovács Tamás, Németh Szilvia, Somosvári Béla, Szettele István, Walton Attila, Zsuffa Dávid.

### Kutatás

#### *Szoláris magneto-hidrodinamika*

A projekt tagjai: Petrovay Kristóf (témavezető), Forgácsné Dajka Emese, Major Balázs. A Nap-dinamó székhelyére, a gyors tachoklínára vonatkozó korábbi modellünket tovább általánosítottuk, a felső határfeltételekben figyelembe véve a szoláris mágneses tér szélességi migrációját. A kapott eredmények általában véve megerősítik a korábbi egyszerűbb modellek eredményeit, ugyanakkor a megfigyelésekkel való összehangjuk javult, mivel a szögsebesség eloszlásában mutatkozó poláris „gödör” jelentősen mérséklődött. A tachoklí-

1. Részletes információk az [astro.elte.hu/](http://astro.elte.hu/) címen találhatóak.

na jellemzőinek hely- és időfüggésére viszont a megváltozott határfeltétel komoly hatással van. Modellünk eredménye az észlelési hibán belül egyezik a helioszeizmológiából leszármaztatott adatokkal (FORGÁCSNÉ DAJKA E.).

Érdekes eredményeket kaptunk a napfoltcsoportok szélesség és idő szerinti eloszlásában mutatkozó, napciklusnál hosszabb távú statisztikai változásokkal kapcsolatban. A greenwichi napfoltkatalógus adatainak statisztikai elemzésével megerősítettük azt a korábbi eredményt, hogy a foltcsoportok közepes szélessége hosszú távú, évszázados ciklikus változást mutat. Ezen túlmenően kimutattuk, hogy az egyes féltekéken vett átlagszélesség mellett a teljes Napra számított átlagos szélesség is mutat ilyen változást. Vizsgáltuk az egyes napciklusok közötti átfedés mértékének változását is (FORGÁCSNÉ DAJKA E., MAJOR B.).

### *Égi mechanika*

Az égi mechanikai kutatások Érdi Bálint vezetésével folynak. A csoport tagjai: Sándor Zsolt, Süli Áron, Nagy Imre, Kovács Tamás és Pál András. Az exobolygók stabilitása témakörben részletesen vizsgáltuk a HD 74156, HD 38529, HD 168443 és HD 169830 rendszerek lakhatósági zónájának dinamikai szerkezetét (ÉRDI B., SÁNDOR Zs.). Mindegyik rendszerben két ismert bolygó található. Meghatároztuk a két bolygó közti tartományban a középmozgás-rezonanciákat és e rezonanciák stabilitását. Kimutattuk, hogy a HD 169830 rendszer lakhatósági zónája kaotikus a bolygók nagy tömege és a rezonanciák átfedése következtében. A HD 74156 és HD 168443 rendszerekben a középmozgás-rezonanciák szintén átfedik egymást, ám ezekben a rendszerekben találhatóak hosszú ideig stabil pályák, ezek azonban igen ritkák és erősen függenek a kezdőfeltételektől. Csak a HD 38529 rendszerben létezik egy széles, stabil tartomány a két bolygó között, a lakhatósági zóna belső szélénél. Ez a stabil tartomány akkor is fennmarad, ha a külső, nagy tömegű bolygó tömege és pályaeccentricitása tág határok között változik. A stabil tartományban nemcsak kicsi, Föld méretű, hanem nagy, Jupiter-szerű bolygók is létezhetnek.

A korábban általunk kifejlesztett gyors káoszdetektálási módszer, a relatív Ljapunov-indikátorok alkalmazásait vizsgáltuk szimplektikus leképezések esetén. Ennek során a módszer újabb invariancia-tulajdonságát mutattuk ki (SÁNDOR Zs., ÉRDI B.).

A kaledóniai szimmetrikus négytest-problémában numerikus szökési kritériumokat adtunk. Ezek segítségével a rendszer szétesése tanulmányozható. Megadtuk különböző konfigurációk és tömegparaméterek mellett a valószínű végállapotokat (SZÉLL A., ÉRDI B.).

## *A csillagközi anyag fizikája, csillagkeletkezés*

A kutatásokban Tóth L. Viktor, Kiss Zoltán és Könyves Vera vett részt. A csillagkeletkezés megindulását segítő (trigger) hatásokat tematikus OTKA pályázati támogatással vizsgáltuk (TÓTH L. V.). A Cepheus terület nem elfogult felmérésével 215 sötét felhőt azonosítottunk. Ezek morfológiai osztályozására számítógépes eljárást dolgoztunk ki. A teljes terület infravörös sugárzását IRAS és ISOSS adatok alapján írtuk le. Az extinkció alapján meghatározott szerkezet és az infravörös színek kapcsolatát több publikációban elemeztük (KISS Z., TÓTH L. V.). A trigger-gyanús felhőket a CO milliméteres vonalain mértük a KOSMA–3m rádiótávcsővel. Az egyik legismertebb közeli csillagkeletkezési terület, a Taurus-felhők (centiméterestől a röntgentartományig terjedő) elemzésével pontosítottuk a sűrű csillagközi felhőmagok eddig ismert eloszlását és fizikai paramétereit, és lokalizáltunk két új hideg részfelhőt. Ezek egyike hideg felhőmagokat és beágyazott fiatal csillagokat tartalmaz. A T Tauri-szerű fiatal csillagok eloszlása a felhőmagokhoz kapcsolódik, de azok szélén és nem belsejében vannak a sűrűsödések maximumai (TÓTH L. V.). A Cygnus területen ISOSS adatokból hideg izolált felhőket fedeztünk fel, melyek mindegyike külső triggerre utaló szerkezet. Ezek CO felmérését a KOSMA–3m és a SRAO–6m rádiótávcsövekkel végeztük el (TÓTH L. V., VAVREK R.).

A távoli-infravörös hurkokra vonatkozó katalógusunkat kibővítettük, már a teljes égboltot lefedő felméréssel A katalógus elkészítése után elkezdtuk a hurkok eloszlásának CO-, illetve HI-adatokkal való összehasonlítását. A molekuláris adatokkal való összehasonlításból esetleges csillagkeletkezési területekre lehet következtetni a héjakban. Emellett részletesebb tanulmányozásnak vetettük alá a Cep OB2 asszociáció körüli Cepheus-buborék falában lévő LDN1188 sötét molekulafelhőt, ami az észlelések szerint csillagkeletkezési terület. A felhő szubmilliméteres tulajdonságainak megismerésére távcsőidőt kértünk (és kaptunk) a 30 m-es IRAM MAMBO (bolométer) műszerére és a 20 m-es onsalai SEST rádiótávcsőre. Az előbbi mérés 2003 decemberében megtörtént. A már meglévő (ISOPHOT, ISOCAM, 2MASS, MSX, IRAS) és a szubmilliméteres adatokból a felhőben lévő fiatal források természetére tudunk következtetni (KÖNYVES V.).

## *Vörös törpecsillagok fleraktivitása*

E témakörrel Szécsényi-Nagy Gábor foglalkozik. A témavezető által korábban javasolt, a galaktikus vörös törpék fleraktív alrendszeireiben előforduló, rendkívül eltérő flergyakoriságot mutató és nagyon széles amplitúdó-sávban mért csillagok osztályozására bevezetett három altípus asztrometriai paraméterek alapján való megerősítésére végeztünk megfigyeléseket az MTA



CSKI Pizskéstetői Observatóriumában a Schmidt-teleszkópba épített CCD-kamerával. Az effektív észlelési idő korlátozottsága és a kamera kicsiny látómezeje miatt a nagy kiterjedésű csillagmezőnek csak egy töredékéről (nem egészen 10%-áról) tudtunk megfelelő minőségű felvételeket nyerni. E képeken azonosítottuk a további vizsgálódásra érdemes csillagokat, illetve megállapítottuk, melyek a hosszú távon alkalmazható referenciacsillagok. Ebben nagy segítséget jelentett az USNO legmodernebb, ugyancsak CCD-s mérésekre alapozott asztrometriai adatbázisa (UCAC).

A galaktikus halmazok viselkedésének megismerését célzó elméleti kutatások legfrissebb eredményeire támaszkodva, amelyek szerint a kis tömegű halmaztag csillagok háromdimenziós sebességszórása a legfiatalabb rendszerekben valószínűleg még a 0.5 km/s értéket sem éri el, ismételten kezdeményezni fogjuk a programcsillagok radiális sebességének precíz megmérését, mert ez sokkal hamarabb szolgáltathat döntő bizonyítékot a kérdéses objektumok és a halmaz sebességvektorának hasonlósága mellett, illetve ellen. A korosabb nyílthalmazok flercsillagainak a fentebb hivatkozott új osztályozási rend szerint való besorolása céljából előkészítettük az M44, valamint környezete csillagainak CCD-fotometriáját.

### *Üstökösök kutatása*

Szécsényi-Nagy Gábor az év során tovább folytatta optikai megfigyeléseit, amelyek során négy közepesen fejlett teleszkopikus üstökösről sikerült felvételeket készítenie. A kapott képeket a Csillagászati Tanszéken szervezés és építés alatt álló archívumba, illetve adatbázisba helyezés céljából kiértékelte, transzformálta és CD-ROM-on archiválta. Számos, korábban fotografikusan végzett üstökösészlelést illesztett be a digitális képi adatbázisba, és előkészítette egy gyors adatforgalmat lehetővé tevő, és az eddig használatosnál lényegesen jobb térbeli és denzitásfelbontást szolgáltatató fotodigitalizáló berendezés beszerzését és installálását.

### **Egyéb tevékenység**

2003 augusztusában került sor az ELFT rendezésében a Joint European and National Astronomy Meeting (JENAM 2003) konferenciára az ELTE épületében. A rendezvény helyi megszervezésében a tanszék munkatársai is tevékeny részt vállaltak.

Hegedüs Tibor

## A Bács-Kiskun Megyei Önkormányzat Csillagvizsgáló Intézete

E beszámoló a 2002 közepétől 2004 közepéig terjedő időszak eseményeit és eredményeit tartalmazza. A bajai csillagvizsgáló 2004. április 16-án ünnepelte megyei önkormányzati fenntartásba kerülésének 10. évfordulóját, a hazai csillagászat prominens személyiségeinek, a városi és megyei önkormányzat vezető tisztségviselőinek részvételével.

### Munkafeltételek

Továbbra is az 50 cm-es  $f/8,4$  Ritchey–Chrétien-reflektor és a hozzákapcsolt Apogee AP–7 CCD detektor volt a legfőbb munkaeszközünk. A 9 éves tükröket letisztítottuk, a segédtükör új bevonatot kapott. Az AP–7 meghibásodott optikai kapuját kicseréltük, és új PCI vezérlőkártyát vásároltunk a korábbi ISA buszos kártya helyett. Korábbi OTKA-finanszírozásból megépített Ebert-féle spektroszkópunkat az előző évek tesztidőszaka alatt tapasztalt fényhasznosítási és leképezési elégtelenségek miatt újraterveztük és újjáépítettük. Az új Cherny–Turner-rendszerű (szimmetrikus fényutú) berendezés 15 cm átmérőjű  $f/5$  fényerejű, off-axis parabola kollimátor és leképező tükröket, valamint egy  $11 \times 11$  cm méretű reflexiós rácsot (1800 osztás/mm) tartalmaz. Az első berendezésénél jobb fényhasznosítást segíti egy speciálisan csillagászati célokra kifejlesztett (minimális fényviszony-romlású), 4 szálal száloptika.

Az intézet műszerezettségének fejlesztésében az utóbbi 10 év legjelentősebb előrelépését sikerült megtenni, mivel a Bács-Kiskun Megyei Fejlesztési Tanács vissza nem térítendő támogatásban részesítette a bajai csillagvizsgálót. Az 1 éves futamidejű projekt 2004 júniusában indul, és végeredménye egy, a közép-európai térség legkorszerűbbnek mondható, nagy látószögű, 50 cm-es  $f/6$  fényerejű robottávcsővének megépülése lesz.

Mintegy a leendő robottávcső előtanulmányaként 2002 őszén aláírt szerződéssel tartós együttműködést kezdtünk Beringer Pál matematikussal, mely alapján intézetünkben helyeztük el magánfinanszírozású 35 cm-es,  $f/7$  eredő fókuszú automata távcsövet<sup>1</sup>.

---

1. További részletek a [bat.bajaobs.hu/~pali/bat/](http://bat.bajaobs.hu/~pali/bat/) címen található.



7.6. ábra. A Beringer Automata Távcső (BAT) a DNY-i műszerálláson



7.6. ábra. Az egyik legelső kép a BAT AP-47p CCD-jével

## Személyi ügyek

Személyi állományunkban történt változások: a könyvtáros-titkári státuszt 2002 őszétől Ruzsics Krisztina tölti be, 2003 júniusától külső munkatársunk Hetesi Zsolt (ELTE Csillagászati Tanszéken rezidens PhD hallgató). Lógó Mihályné gondnok 2004. augusztustól nyugdíjba vonult. A beszámolási időszakban konkrét projektekből részt vevő, szorosabban együttműködő kutatók: Nuspl János és Csizmadia Szilárd (MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézet), Forgácsné Dajka Emese, Sándor Zsolt és Pál András (Eötvös Loránd Tudományegyetem), Vinkó József (Szegedi Tudományegyetem), Vince István (Belgrádi Observatórium), Farkas László (Temesvári Observatórium), Helen Rovithis-Livaniou (Athéni Tudományegyetem), Nevyana Markova és Haralambi Markov (Bolgár Tudományos Akadémia), Valentina Kozyreva (Sternberg Csillagászati Intézet, Moszkva).

## Tudományos munka

A két év alatt összesen közel 200 éjszakán végeztünk fotometriai mérést standard B, V, R szűrőkkel, illetve részben szűrő nélkül, a bajai ST-7E és



AP-7 kamerákkal, valamint más bel- és külföldi obszervatóriumok műszereivel, fedési kettőscsillagokról és eruptív változókról. Ezek eredményeképpen 40 csillagról közel 1000 órányi mérési anyag született. E kézirat lezárásáig 36 csillag 128 minimumidőpontját publikáltuk. Ezen felül 3 csillagról 18 éjszakai rácsszínképfelvétel is készült (a rozheni 2 m-es RCC távcsővel). Az LS Del kontakt kettősre kiértékelhető a radiálissebesség-görbe. A DW UMa kataklizmikus változó észlelése során, a csillag közelében felfedezett W UMa típusú (azóta LP UMa néven katalogizált) változócsillagot saját méréseink alapján analizáltuk (CSIZMADIA Sz.). Kimutattuk, hogy a kontakt kettősök nagy tömegarányú, jelenleg alig egy tucatnyi tagot számláló ritka alcsoportjába tartozik.

A kataklizmikus változók fedési tomográfiájára írt maximum entrópia programunk kiterjesztéseként kifejlesztettünk egy olyan új kódot, amely fedési kettőscsillagok komponenseinek részletes felületi vizsgálatára alkalmas, ha a felületi fényesség eloszlása időben nem állandó, hanem ismert módon változik (BÍRÓ I. B.). Ennek elsődleges alkalmazási lehetőségeként a fedési kettősökben levő, nem-radiális pulzáció(ka)t végző komponensek pulzációs módusainak tomográfiai vizsgálatát szintén elkezdtük. Megállapítottuk, hogy a kidolgozott módszer egészen nagy  $m$  horizontális módusszámokig (jelenleg kipróbáltan  $m = 5$ -ig) alkalmas a kis komplexitású ( $|l - m| \leq 4$ ) egyedi módusok azonosítására; továbbá megfelelően hosszú, több fedési ciklust felölölő fénygörbe-adatsor esetén többmódusú oszcillációk módusainak szeparációját is lehetővé teszi. A tesztelesek után a következő lépés a módszer konkrét rendszerekre történő alkalmazása. Jelenleg kb. 20 ilyen rendszer ismeretes. A téma intézetközi együttműködésben folyik (NUSPL J., MTA KTM CSKI). BÍRÓ e témából írt doktori disszertációt nyújtott be 2004 áprilisában.

A torzult komponenseket tartalmazó hierarchikus hármas csillagrendszerek mozgásait integráló (és ezzel az ilyen rendszerek hosszú távú dinamikai fejlődését vizsgálni képes) programunkat továbbfejlesztettük (BORKOVITS T.) oly módon, hogy az már a csillagok anyagának viszkozitása miatt fellépő árapályfékeződést is figyelembe veszi. A numerikus kódot konkrét rendszerekre alkalmazva megmutattuk, hogy egyes szoros hierarchikus hármas csillagrendszerek, így például az Algol esetében a szinkron keringéshez tartozó paraméterek közvetlen közelében a fázistérben kiterjedt kaotikus régió található, amiből arra a következtetésre jutottunk, hogy a csillagok viszkozitásának a keringés és a tengelyforgás szinkronizációján felül abban is jelentős szerepe van, hogy a már szinkronizálódott rendszerek stabilak maradjanak. Borkovits e témából 2003 júniusában megvédte PhD-értekezését.

Távlati célunk, hogy a dinamikai kódot ötvözzük egy (magneto-)hidrodinamikai megfontolásokon alapuló csillagmodellező eljárással is. A numerikus integrálásokkal párhuzamban analitikus vizsgálatokat is végeztünk. Perturbáció-



számítási módszerekkel felírtuk a harmadik komponens által perturbált fedési kettősök esetére az O–C-diagram egzakt matematikai alakját. Megmutattuk, hogy a perturbálatlan esettől való eltérések a legszorosabb rendszerek esetében pontos és intenzív vizsgálatokkal már ma is kimutathatóak lennének. E célból kiterjedt megfigyelési kampányt szerveztünk az IU Aur észlelésére, amelybe az összes hazai csillagvizsgálóból bekapcsolódtak kollégák. Az eredmények feldolgozása folyamatban van.

Az O–C-diagramok analizisére kifejlesztett programunkkal újraanalizáltuk az SV Cam aktív kromoszférájú fedési kettőscsillag minimumidőpontjainak viselkedését. Analízisünkhöz minden korábbinál több észlelést használtunk fel, köztük Patkós László (MTA KTM CSKI) nagyszámú, eddig publikálatlan megfigyeléseit, és megállapítottuk, hogy a rendszer O–C-görbéje jól modellezhető egy egyenletes periódusnövekedés következtében megjelenő parabolikus tag, valamint egy kis tömegű harmadik komponens keltette fényidő-effektus miatt megjelenő periodikus görbe eredőjeként.

Az apszismozgást mutató kettősöket rendszerező katalógusunk 1988-as létrehozása óta annak második nagy bővítését és korrekcióját végeztük el 2004-ben (HEGEDÜS T.). Az év során a keresőtérképek és fénygörbék atlaszát, valamint a folyamatosan karbantartható on-line web változatot is publikáljuk, spanyol kutatók közreműködésével. A rendellenesen lassú apszismozgású rendszerek problémája kapcsán megvizsgáltuk az AS Cam konkrét fedési kettős (dinamikailag hármassal) rendszert (BORKOVITS T.). A fentebb említett numerikus kód alkalmazásával sikerült olyan konfigurációt előállítani, amely az észlelésekkel egyező apszismozgási rátát produkál anélkül, hogy meg kellene kérdőjelezni az általános relativitáselmélet érvényességét.

Teres Ágostonnal (Vatikáni Obszervatórium) együttműködve új elméletet dolgoztunk ki Jézus kereszthalálának naptári dátumára vonatkozóan (HERESI Zs.).

A beszámolási időszakban e témákból 5 Astronomy and Astrophysics, 5 IBVS, 11 konferenciakiadvány cikk jelent meg, valamint 3 hazai helyszíni és 5 külföldi konferencia-előadás, 6 hazai szemináriumi előadás hangzott el, és további 3 nem publikált konferencia-poszter került bemutatásra. Kutatóink 8 nemzetközi konferencián szerepeltek.

## Egyetemi oktatás

A csillagászati témák oktatása a Pécsi Tudományegyetemen az immár önálló Csillagászati Külső Tanszék keretében folyt: Koszmikus fizika vizsgaköteles előadás és az ahhoz kapcsolódó asztrofizika gyakorlatok (tavaszi szemeszterek), valamint Napjaink asztrofizikája vizsgaköteles kurzus a fizikatanári továbbkép-

ző szakos levelező hallgatóknak (őszi szemeszterek). Előkészítettük a 2004 őszen megindítandó fizikatanári továbbképzési programot. Kutatóink minden évben több (pécsi, szegedi és budapesti) egyetemi hallgató nyári gyakorlatának, illetve csillagászati szakdolgozatának témavezetői, konzulensei. Hosszú idő óta először bajai egyetemi hallgató is készített csillagászati szakdolgozatot (Szettele István, ELTE, 2003).

A PTE 50 cm-es Zeiss Schmidt távcsövét (SBG kamera) Pécsre szállítottuk. A teljes mechanikai, optikai és elektronikus felújítás és az automatikus vezérlés kialakításának koordinálása tanszéki minőségben feladatunk. A teljes összeszerelés 2004 végére várható.

## Egyéb tevékenység

2002 őszen az MTA Pécsi Területi Bizottsága létrehívta a Csillagászati Munkacsoportot, amelynek elnökét és három tagját intézetünk kollektívája adja. A munkacsoportnak eddig három ülése volt, kiemelt feladata többek között a pécsi SBG távcső felújításának segítése, és a 2004. évi Tudomány és vallás, valamint a 2005. évi európai változócsillagászati PhD konferencia szervezésében történő közreműködés.

Helyi ismeretterjesztő tevékenységünk legfontosabb eleme az iskolai tanév ideje alatt működő városi csillagászati szakkör. A Magyar Csillagászati Egyesület korábban megalakított Bácskai Helyi Csoportjának elnökét és egy tagját intézetünk adja. Hegedüs 2004-ig az MCSE elnökségi tagja, 2004 áprilisától alelnöke. Bemutatóink és egyéb ismeretterjesztő rendezvényeink igazodtak az égi jelenségekhez és az MCSE országosan meghirdetett akcióihoz. Minden évben az augusztusi Perseidák meteorraj maximumához legközelebbi szombaton napnyugtától hajnalig tartó Városi Nyílt Csillagászati Bemutatónapon látjuk vendégül az érdeklődőket. 2002-ben és 2003-ban soha nem látott számban özönlöttek el az intézmény területét a kíváncsi látogatók (szinte minden korosztály).

Igen kedveltek június végén – július elején középiskolások számára megrendezett utánpótlás-nevelő csillagászati nyári táboraink is (2003-ban először vettek részt határainkon túli magyar diákok is). 2 évben át szünetelt évtizedes hagyományunkat frissítettük fel a 2003. december 1–6. között lebonyolított „Égre néző szemek” országos csillagászati kiállítással. Képanyagát az ország több városába is utaztatjuk.

Végül, de nem utolsósorban a változócsillag-észlelésekkel is foglalkozó, fejlettebb technikai eszközökkel rendelkező hazai amatőr csillagászok, és a csillagászati észleléstechnika hazai gyártói, valamint a szakcsillagászat közötti „hídverés” kiemelten fontos számunkra. Ez a folyamatos levelezésen,

tanácsadáson, innovációs és szervezési aktivitáson felül konkrét rendezvények lebonyolításában is kifejeződik. Ide sorolható legjelentősebb programjaink: BANACAT–14 (Bajai Nagytávcsöves- CCD-s Amatőrcsillagász Találkozó), 2002. november 8–10.; BANACAT–15, 2003. május 30–június 1.; BANACAT–16, 2003. november 7–9.

Legfontosabb partnereink az ismeretterjesztésben: Magyar Csillagászati Egyesület, Bajai Obszervatórium Alapítvány, Bácskai Civil Szervezetek Szövetsége, TIT Bácskai Egyesülete, Corvus Egyesület (Lég/Bős, Szlovákia), Kecskeméti Planetárium, Kiskunhalasi Városi Csillagvizsgáló, Ady Endre Városi Könyvtár (Baja).

## Nagy célok szolgálatában...

Cégünk a lent felsorolt világcégek termékeinek importálásával, szakmai tapasztalatok átadásával 12 éve segíti a csillagászat amatőr és professzionális kutatóit eredményeik elérésében. Ezúton gratulálunk a legkiemelkedőbb hazai észlelők GRB, exobolygó, kisbolygó, üstökös és szupernova felfedezéseihöz!

A hazai háttérpar közreműködésével 2005-től már 50-60 cm-es átmérőjű, **rendkívül nagy sikra korrigált látómezejű** orosz optikákkal megépített, robotizált távcsöveket, valamint bármilyen távcsőhöz megfelelően illeszkedő **hűtött CCD** kamerákat ajánlunk akár 4kx4k pixelszámg.



Komplett obszervatóriumi rendszerek!



Apogee  
Instruments Inc



**astroTech Műszer- és számítástechnika KKT**

BAJA, PF 116. fax: (79)427-001, tel: (20)9370-042, [www.astrotech.hu](http://www.astrotech.hu), [info@astrotech.hu](mailto:info@astrotech.hu)



Horváth András

## A TIT Budapesti Planetárium működése 2003-ban

A 2003-as év mind szakmai, mind gazdasági vonatkozásban az elmúlt évtized egyik legeredményesebb éve volt. Pénzügyi mérlegünk 2003-ban is pozitívan alakult. 87.7 millió Ft-os összbevételünk 61%-a volt a belépődíj, 13% az előző évi tartalék, 8.5% a különféle helyiség-használatból illetve vállalkozási tevékenységből (könyvárusítás, büfé stb.), 6% pályázati támogatásból, 3.5–3.5% a CompuDrug Standard Kft.-vel és a Lézerszínházzal folytatott együttműködésünkből, valamint a TIT Szövetség közvetítésével kapott állami támogatásból eredt. A beszámolási időszakban elkészült egy tanulmány a TIT Budapesti Planetárium helyzetéről és fejlesztési koncepciójáról.

### Új műsorok, látogatottság, kiállítások

2003-ban Gesztesi Albert elkészítette új műsorunkat a *Bolygóközi társasutazást*. A műsorban vendégeink bekalandozzák a Naprendszert a Plútótól a Merkúrig. Közélről megismerkednek a nagybolygókkal és holdjaikkal, útközben kozmikus meteorológiai jelentéseket is meghallgatva. A látványos, diaképekkel illusztrált műsort sok videofilm-bejátszás teszi még érdekesebbé. Ismét felújítottuk a karácsonyi hónapban bemutatott *Betlehemi csillag* című műsorunkat, amelyből egy rövidített, 35 perces változat is elkészült.

2003-ban 1209 iskolai és nagyközönségi előadáson 87 598 fő vett részt, ez az egész évre, műsoronként 72 fős átlagos nézettséget jelentett.

Könyvtárunk 2003-ban 7 idegen és 23 magyar nyelvű könyvet, 9 külföldi és 11 magyar folyóirat számait szerezte be. Körfolyosónkon áprilistól júliusig Gál Ila festménykiállítását, júniustól szeptemberig Viola József festményeit és azok digitális képváltozásait, szeptembertől pedig a Magyar Csillagászati Egyesület *Az égbolt szépsége* című látványos fotókiállítását mutattuk be.

### Pályázatok, műszaki fejlesztés

Igen nagy segítséget jelentett, hogy a Schiffer János főpolgármester-helyettes által létrehozott Pro Cultura Urbis Közalapítvány 5 millió Ft-os mű-



ködedési támogatást nyújtott a TIT Budapesti Planetáriumának, valamint 2003 szeptemberétől két és fél hónapra felújíthattuk a budapesti iskolások kedvezményes planetáriumlátogatási akcióját, amelyhez a Fővárosi Közgyűlés Oktatási Bizottságának Ifjúsági Alapjától félmillió Ft-os támogatási keretet kaptak a budapesti diákcsoportok.

A 2003-as műszaki fejlesztés során számítástechnikai eszközöket (ASUS notebook-ot, Minolta Magnicolor 2300 lézernyomatót), számítógépeinkhez szoftvereket (Windows XP, Office, Recognita stb.), DVD-felvevőt (Panasonic E-30), mini-stúdiókhöz mobil klímaberendezést és a kupola hangrendszeréhez erősítőt szereztünk be összesen 1.5 millió Ft értékben. Sikeresen áttértünk egy új, számítógépes számlázó és jegynyomató rendszer alkalmazására, amely összesen 370 000 Ft-ba került. Az éves, rendszeres műszerkarbantartást 2003 júniusában végeztük el.

## Egyéb tevékenység

Horváth András igazgató 2003-ban is részt vett a TIT Szövetség Közgyűlésének, igazgatói munkaértekezleteinek, a Magyar Űrkutatási Tanácsnak, a Magyar Asztronautikai Társaságnak, a Magyar Természettudományi Társaság Csillagászati és Űrkutatási szakosztályának, valamint az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézetének tevékenységében és az Aeromagazin folyóirat űrrepülési rovatának szerkesztésében.

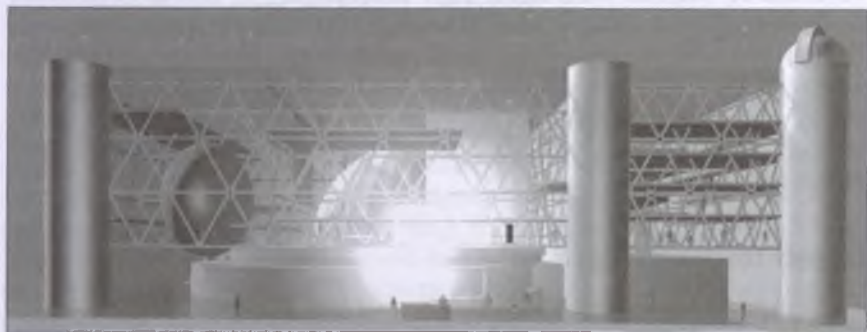
Mátis András csillagászati szakelőadó, a planetáriumi közönségkapcsolat felelőse, továbbra is részt vett az MCSE munkájában. Horváth, Gesztesi és Mátis a médiában és külső előadásokon is folytatott csillagászati és űrkutatási ismeretterjesztést.

A körfolyosót és a kupolatermet alkalmanként 2003-ban is használtuk különféle rendezvényekre. Ezen alkalmi bevételek, illetve vállalkozási tevékenység, a TIT-támogatás, a CompuDruggal és a Lézerszínházzal kialakult költségmegosztás jóvoltából 2003-ban az egy látogatóra eső átlagos kiadás mintegy 993 Ft-ja helyett a belépőjegyet kedvezményesen 600, illetve 690 Ft-ért tudtuk adni a csillagászati műsorokra látogatóknak.

## A Planetárium fejlesztési koncepciója

A budapesti planetáriumkészülék, amely immár több mint harminc éve van hazánkban, műszaki élettartamának végéhez közeledik, ezért célszerű lenne a következő 5–10 évben egy új készülék beszerzése. Az űrkutatás eredményeinek bemutatása, az űrtechnika mindennapi alkalmazásainak testközelbe hozása, egyáltalán a csúcstechnika 21. századi módszerekkel történő szemlél-

tetése is fejlesztést igényel. A világban ma már több helyen működnek különféle bemutató-űrközpontok, bemutató-űrszimulátorok, amelyek népszerűsítik az űrtevékenységet, az űrtechnika gyakorlati felhasználását, miközben oktatják a műszaki és természettudományokat is. Mindezeket figyelembe véve, a Planetárium fejlesztését 10–15 év alatt három egymásra épülő ütemben képzeljük el.



7.6. ábra. A 21. századi „űr-ismeretterjesztő központ” látványterve (Szász Mária)

*1. ütem:* műszaki fejlesztés a meglévő építészeti keretekben. Ez a főműszer, a vetítőfelület, a hangosítási és lézerrendszer, illetve a székek cseréjét jelenti, hogy a létesítmény műszaki színvonala megfeleljen a következő negyed század igényeinek.

*2. ütem:* építészeti és műszaki fejlesztés egy 21. századi „űr-ismeretterjesztő központ” kialakításának első fázisaként. Ez olyan építészeti és műszaki fejlesztést jelent, amelynek eredményeként egy újabb (kisebb) kupola is üzembe áll. Ebben kisebb csoportok részére űrszimulációs vetítések valósíthatók meg. További (részben interaktív) kiállítói terek is létrejönnek, illetve a látványliftek tetején csillagászati műszerek és kupolák kerülnek elhelyezésre. Így kialakulhat egy nagy, csillagászati és űrkutatási ismeretterjesztő központ alapja.

*3. ütem:* az űr-ismeretterjesztő központ kialakításának második fázisa. E fejlesztési ütem keretében a ma is meglévő kupolát, illetve a 2. ütemben felépülő újabb szinteket egy ráccstartós üvegcsarnok borítja be, és fogja egységes egésszé. Ezzel egyúttal újabb – immár magasságukban is jelentős – terek születnek, melyekben lehetséges nagyobb kiállítási tárgyak elhelyezése, illetve különféle oktató-szimulátor berendezések és terek kialakítása. Az utolsó fejlesztési lépéssel a létesítmény európai színvonalú műszaki és természettudományos oktatóközponttá válna.

## Kutatási eredmények

2003-ban Horváth András, Szathmáry Eörs (ELTE) és Bérczi Szaniszló (ELTE) nemzetközi és hazai tudományos tanácskozásokon ismertette a MARS sarkvidékein megfigyelt sötét dűnefoltok (DDS) morfológiai analízisével elért újabb eredményeinket. A Gánti Tiborral és Gesztesi Alberttel közösen végzett munkákban a Mars Global Surveyor 1998–2001 között készült, kb. 400 képe alapján a dűnefoltosodás kiváltó okaként kidolgoztunk egy lehetséges biológiai modellt a feltételezett marsfelszíni organizmusok (MSO) tevékenységére (DDS–MSO hipotézis). Átfogó cikkünk 2003 szeptemberében jelent meg az *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* című ismert biológiai szakfolyóiratban.

A Mars Odyssey űrszonda neutronmérései alapján, a talaj felső két méterében legalább 50 térfogatszázalék vízjeget határoztak meg a Mars déli pólusánál, ami jó összhangban van DDS–MSO hipotézisünkkel. Ezt és a dűnefoltok éves újrafeltűnésének statisztikai vizsgálatával kapott eredményeinket a 34. Lunar and Planetary Science konferencián ismertettük Houstonban.

Marskutatásban jó munkakapcsolatokat építettünk ki a madridi Asztrobiológiai Központtal (CAB). A madridi és hazai kutatócsoportok közös eredményeit a nizzai EGS–AGU–EUG Mars-kutatási ülésén és a madridi 3. Európai exo/asztrobiológiai munkabizottsági szimpóziumokon mutattuk be:

2003 második felében vizsgálni kezdtük a Mars északi poláris területein felépő foltosodási jelenséget is. Itt sokféle formájú sötét alakzatot figyeltünk, de igen kis számban előfordultak a déliekhez hasonló alakú és évszakos változást mutató sötét dűnefoltok is. Az analógia alapján az északi DDS-eknél is felvetettük a biológiai eredet gondolatát, azzal hogy a lényegesen kisebb számú előfordulásuk a déli féltékéhez képest kisebb energiabetáplálással magyarázható. Az eredményt a moszkvai 38. Brown/Vernadski mikroszimpóziumon mutattuk be.

Pócs Tamás akadémikus segítségével összehasonlítást tettünk a földi extrém körülmények között, száraz sivatagokban kialakult kriptobiotikus kéregben élő baktériumok évszakos élettevékenysége és a feltételezett marsfelszíni organizmusok tevékenysége között. Felvetettük, hogy a mai marsi életre vonatkozó DDS–MSO hipotézis azt jelzi, hogy a Mars sarkvidékein megtalálható a kriptobiotikus kéreg maradványa. Ezt az eredményt Moszkvában és Madridban is bemutattuk.

A marsi dűnefoltok kutatásának hétoldalas összefoglalója és a Phobos hold réteges szerkezetének vizsgálatára vonatkozó javaslatunk a Fobosz–Grunt 2009-es űrszonda programjához megjelent az Orosz Tudományos Akadémia kiadványában, amely az Interkozmosz együttműködés 30. évfordulójára, 2001-ben rendezett konferencia anyagát foglalta össze.



## Dezső Loránt

(1914–2003)



8.1. ábra. Dezső Loránt

2003. december 16-án, életének 90. évében Debrecenben elhunyt a magyar csillagászat nagy öregje, Dezső Loránt professzor.

1914. május 7-én született Budapesten. Apja, Dezső Kázmér, Nagykőrös polgármestere volt. Dezső Loránt gimnáziumi éve alatt egy évig Ausztriában tanult, hogy a német nyelvet elsajátítsa. Már korán megmutatkozott tehetsége a matematika iránt, de apja nem akarta, hogy matematikus legyen, ő pedig nem akart tanár lenni, ezért apja szegedi ismerősei – Móra Ferenc és egyetemi professzorok – azt tanácsolták, hogy legyen csillagász. Ez keltette fel érdeklődését e tudomány iránt és a Budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen már matematikát, elméleti fizikát és csillagászatot tanult. Az egyetemet 1938-ban fejezte be.

Ezután a budapesti csillagvizsgálóba került mint ösztöndíjas kutató. Elnyert egy ösztöndíjat Cambridge-be, de a háborús készülődés miatt már nem utazhatott ki, ehelyett a zürichi Műegyetem csillagvizsgálójában töltött egy évet szintén ösztöndíjasként. Zürich akkoriban Greenwich mellett a napfoltészlelések egyik európai központjának számított, korábban itt dolgozott Rudolf Wolf, a róla elnevezett napfoltrelatívszám megalkotója, később pedig Max Waldmeier. Dezső Loránt itt ismerkedett meg a napfolt- és flerészlelések gyakorlatával, a fotohéliográf és spektrohéliográf használatával, valamint a rutinszerű észlelésekkel. Ezek az élmények érlelték meg benne azt az elhatározást, hogy a rendszeres napészleléseket Magyarországon is folytatja.



1940-ben visszakerült a svábhegyi csillagdába. A háború kezdete után azonban el akarta kerülni a besorozást, ezt pedig ösztöndíjasként nem úszhatta meg, csak mint végleges állásban kinevezett. Ezért ment Kolozsvárra, a Ferenc József Tudományegyetemre, ahol tanársegéd és a csillagászat megbízott előadója lett, valamint ő vezette a csillagászati obszervatóriumot. Ez 1944-ig tartott, ezután a politikai változások során munkahelyéből a kolozsvári román állami magyar nyelvű Bolyai Tudományegyetem lett, ebben lett a csillagászat egyetemi tanára 1948-ig.

1948-ban azután ismét visszakerült a svábhegyi csillagdába, ahol létrehozta a napfizikai osztályt. Műszerei a Konkoly Thege Miklós által a magyar államra hagyományozott távcsövek voltak. Az osztály 1957-ben Debrecenbe költözött, ahol az egyetemen szükség volt a csillagászat oktatására, és adva volt egy obszervatóriumépület az egyetemi botanikuskert közepén. A kis csoport összes holmiját elhozta két teherautó, de a harmadik napon már végeztek észlelést. Kezdetben igen mostoha, szűkös körülmények között kellett dolgozniuk, de a rendszeres észlelés ügye mindenek fölélt állt.

A magyar csillagászat történetében már voltak hagyományai a rendszeres napfoltészleléseknek. 1874 és 1911 között Konkoly Thege Miklós Ógyallán, Fényi Gyula pedig Kalocsán több évtizedes észlelési anyagot gyűjtött a teljes napkorongról. Ezeket még rajzokon rögzítették, ami hátránynak tűnhet az akkor Greenwich-ben már alkalmazott fotografikus eljárással szemben, de mivel ez utóbbiak mára már nagyrészt használhatatlanok, ezért az időtálló rajzok hatalmas értéket képviselnek. A Konkoly-anyag a hagyaték részeként a csillagdára szállt, a Fényi-hagyatékot pedig Dezső Loránt a háború utáni zavaros időszakban kalandos úton mentette meg a tudomány számára.

Az ötvenes évek időszaka nagyon nehéz volt az élet minden területén. A csillagászat fajlagosan (az egy kutatóra jutó költségek tekintetében) az egyik legdrágább tudományág, ezért olyan programot kellett kialakítani, amely a meglévő, viszonylag egyszerű eszközökkel végrehajtható volt és tudományos hasznot is ígért. Dezső Lorántnak – saját szóhasználatával – sikerült olyan piaci rést találnia, olyan témát megalapoznia, mely fontos kutatási területre irányult, de nem sokan művelték. Ez a teljes napkorong fehér fényben való fotografikus észlelése volt. Az észlelések minden nap folytak olyan gyakorisággal, amelyet az időjárás megengedett és az éppen látható aktív vidékek indokoltak. Kiértékelésük metodikája folyamatosan fejlődött, finomodott, a lehetséges szisztematikus hibák kiküszöbölésének technikája állandóan javult, és az obszervatórium lassanként a napfoltadatok elismert forrása lett.

Az egyik legfontosabb feladat az észlelések minőségének javítása volt, ezért az egyik távcső a gyulai víztorony tetején kialakított megfigyelőállomásra került 43 m magasságba, ami azért fontos, mert közvetlenül a talajszint felett romlik a legjelentősebben a leképzés. Jelenleg a gyulain kívül csak egy naptáv-

cső optikája van ilyen magasan a földfelszín felett: a mount wilson-i 150 lábas teleszkópé. Később a debreceni távcső is 10 m-es magasságba került (8.2. ábra). Mindkét helyszínen – alkalmasan átalakított formában – Konkoly eredeti távcsövei működnek, melyekben egy-egy nagyítórendszer kb. 11 cm átmérőjű napkorong-képet alkot a fotolemez síkján. Az észlelések három felvételtől álló sorozatot jelentenek.

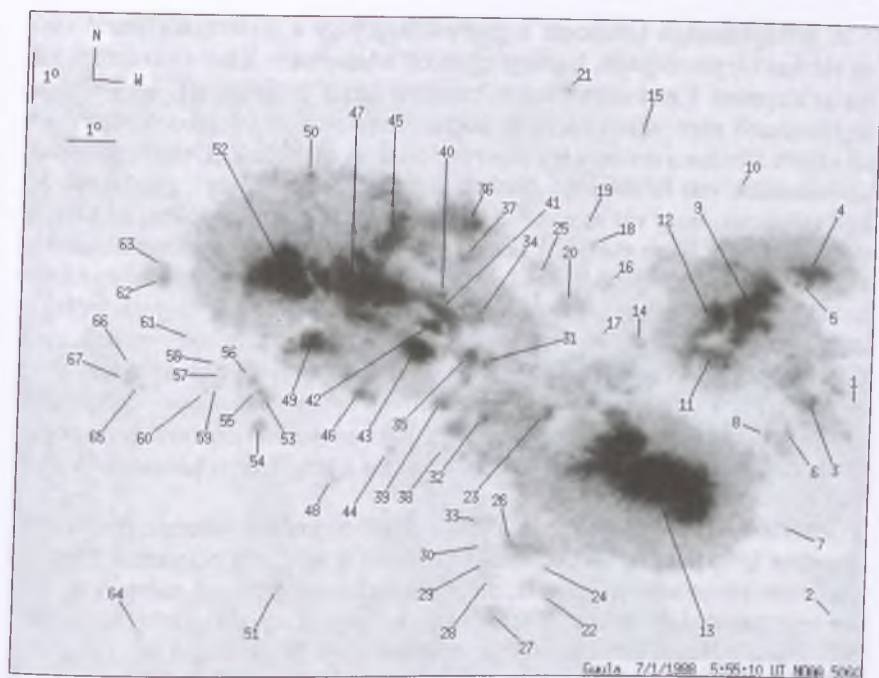
1976-ban Greenwichben befejezték a foteheliográf programot és ezzel megszakadt az 1874 óta készített Greenwich Photoheliographic Results (GPR) nevű napfoltkatalógus köteteinek sorozata. Ekkorra Debrecen tekintélye már olyan volt ezen a területen, hogy e fontos feladat folytatását el kellett vállalni. Dezső Loránt egyik kollégájával látott neki a munkának. Az volt az elképzelése, hogy a Debrecen Photoheliographic Results (DPR) nagynevű elődjénél részletesebb lesz, és a foltcsoportok fejlődésének történetét, valamint a foltok mágneses polaritását is tartalmazza. Mindkét feladat hihetetlenül időigényes volt (a másodikhoz ráadásul más intézetekből kellett adatokat kérni), ami hamarosan jelentős lemaradáshoz vezetett.

Az obszervatórium többi kutatója ezért több év elteltével egy egyszerűsített programot indított Debrecen Photoheliographic Data (DPD) címen, ami nem tartalmaz mágneses polaritás-adatokat és nem azonosítja a foltokat egyik napról a másikra, de minden napra megadja minden egyes folt pozícióját és umbra- illetve penumbraterületét. A DPD numerikus része ezen adatok táblázatából áll, a képi adatbázis része pedig az aktív vidékeknek a munkához szükséges digitalizált képét tartalmazza (8.3. ábra). E nekrológ írásának idején a DPR- és DPD-anyagok kutatásra alkalmas formában jóval több, mint százezer folt adatait tartalmazzák és tizenegy évet fednek le, bár nem mindegyik év van végleges formában publikálva.

Ennek a témának feltétlenül érdemes néhány gondolatot szentelni, hogy Dezső Loránt életművét és örökségét igazán fel tudjuk mérni. Végére is klasszikus témáról van szó klasszikus eszközökkel, ami a mai high-tech világban nem tűnik divatosnak. Minden észlelési eszköznek és eljárásnak megvan-



8.2. ábra. A napkorong fényképezésére szolgáló távcső Debrecenben



8.3. ábra. A Debrecen Photoheliographic Data egyik digitalizált képe

nak az optimális felhasználási területei. Az űreszközök a földfelszínről nem észlelhető jelenségekre vannak optimalizálva, a teljes napkorongra nézve pl. a SOHO/MDI észleléseinek felbontása kb. negyede a gyulai/debreceni észlelésekének. Különleges adottságú helyeken vannak olyan műszerek (pl. a DOT La Palma-n), melyekkel nagyobb felbontás érhető el, mint Gyulán, de ezeken a helyeken csak egyes aktív vidékek képeit vizsgálják, nem a teljes napkorongot.

Mivel az obszervatórium a DPD teljessé tétele érdekében tizenhat külföldi obszervatóriummal áll cserekapcsolatban, sok tapasztalat gyűlt össze mások észleléseinek minőségéről, és kijelenthetjük, hogy a gyulai észlelések ebben a kategóriában hosszabb távon a legjobbaknak bizonyultak. Ami pedig a végső adatokat illeti, arról az IAU illetékes bizottságának elnöke úgy foglalt állást, hogy Debrecen világviszonylatban az egyetlen forrása az asztrometriai pontosságú napfoltpozíció-adatoknak (ez 0.1 héliografikus fok pontosságot jelent). Vizsgálataink ugyanakkor a napfoltterület-adatokat is a legmegbízhatóbbnak mutatták a jelenleg ismert több, mint egy tucat napfolt-adatbázis között, melyek között ráadásul csak a debreceni tartalmazza minden egyes észlelhető folt adatait, még a legkisebbekét is.



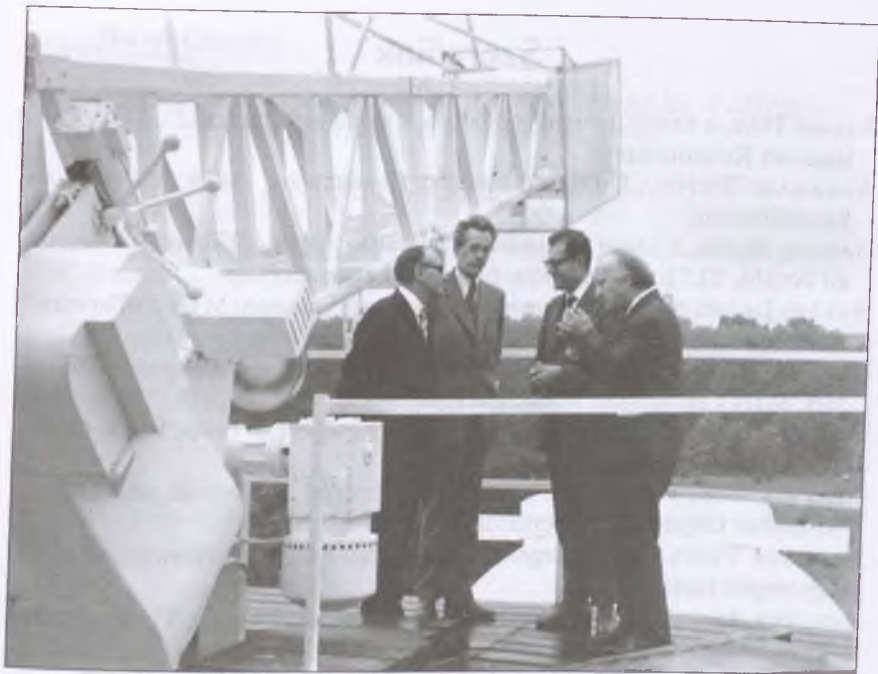
A csillagászatban (akárcsak a geofizikában vagy a meteorológiában) csak az elérhető legpontosabb, legmegbízhatóbb adatsorokra lehet és érdemes kutatást alapozni. Ezért nem lehet túlbecsülni annak jelentőségét, hogy a talán legfontosabb naptevékenységi jelenségekre, a napfoltokra vonatkozó adatok első számú forrása a debreceni obszervatórium. A napfoltok (Dezső professzor szóhasználatával) fütyülnek a divatra, élík életüket és valahol, valakiknek fel kell vállalniuk, hogy ezt az életet a legpontosabban dokumentálják. Itt kimondottan előnyös, ha az eszközök hosszú távon változatlanok (legfeljebb a detektálás és adatfeldolgozás változik), hiszen ez a hosszú távú homogenitás fontos kelléke. Egy sor olyan jelenség van, melyeket a legjobban, vagy kizárólag a napfoltkatalógusok alapján lehet vizsgálni, csak tudni kell, hogy melyek ezek a jelenségek. Ezzel az adatbázissal és az obszervatórium birtokában lévő 45 éves történeti és 56 éves újabb, fotografikus észlelési anyaggal a Napfizikai Obszervatórium mára a fotoszférára vonatkozó információk őrzésének és feldolgozásának egyik legfontosabb műhelye. Ez a tény Dezső Loránt örökségének legjelentősebb értéke.

Az 1960–1970-es évek fordulója a magyar tudomány fejlesztésének történetében igen fontos időszak volt. Ekkor vált lehetővé a Napfizikai Obszervatórium jelentős fejlesztése is, melynek során elnyerte mai méretét és műszerezettségét. Egy szovjet gyártmányú koronográf spektrográffal, hangolható Lyot-féle H-alfa monokromátor, valamint több új kiértékelő műszer került az intézetbe. Így újabb programok is indultak, elsősorban a flerek észlelése a hidrogén H-alfa vonalának hullámhosszán. Ez azonban nem lett mindennapos észlelési program, mint a fotohéliográfé, csak nemzetközi észlelési kampányok idején vállalt részvétel keretében folyt.

A 8.4. kép az új épület átadási ünnepségén készült 1974-ben. Dezső professzor ebben az időben ért pályája csúcsára, ekkor volt igazán elemében. Született vezető és szervező volt, aki óriási céltudatossággal, elszántsággal és lendülettel vitt végbe mindent, ami az intézet normális működéséhez szükséges volt. Kifogyhatatlan energia, figyelem a legapróbb részletekre, kommunikációs és kapcsolatteremtő készség, találékonyság és nagyon határozott fellépés, ezek voltak azok a személyes adottságok, melyeket az intézet fejlesztésének szolgálatába állított. Amit talán a legtöbbet hallottunk tőle, az az volt, hogy „az észlelés mindenek fölött a legfontosabb, egy elmulasztott észlelést nem lehet pótolni”.

Kutatási témái nagyrészt a napfoltokhoz kötődtek, eleinte a GPR-re alapozott statisztikai vizsgálatokkal foglalkozott, később a debreceni észlelések alapján napfolt-sajátmozgások természetét, illetve flerekkel való kapcsolatát vizsgálta, majd a debreceni fler-észlelések révén a H-alfa és fehér flerek időbeli lefutását és a mágneses tér topológiával való kapcsolatát tanulmányozta. Aktív ideje alatt öt nemzetközi konferenciát és két hazai találkozót (Ionoszféra –





8.4. ábra. Az új épület átadási ünnepsége 1974-ben. Dezső Loránt (pipatömés közben) az új koronagráf mellett az Akadémia képviselőinek társaságában

magnetoszféra szemináriumot) szervezett. Ezeket is a rá jellemző alapossággal, minden apró részletre kiterjedő figyelemmel vitte végig.

1982-ben nyugdíjazták, de egészen a legutolsó időkig bejárta az obszervatóriumba. Valóban ez volt az élete, de senki ne gondolja, hogy másra nem maradt energiája. Teljes életet élt, fiatalabb korában sportolt, kézilabdázott, tornázott, vitorlázott, értője volt az élet szépségeinek, a komolyzenének (főleg Wagnernek, Verdinek) és különösképpen a gasztronómiának. Igazi gourmet volt, az ínyenc ételek, italok és éttermek kiváló ismerője. Külföldi kollégák konferenciákon mind a mai napig felemlégetik, hogy milyen pompás vendéglátásban részesítette őket sok-sok évvel ezelőtt.

Az iskolateremtő tudósok életművét nemcsak saját munkái és eredményei jelentik, hanem közvetve mindazok, melyeket ő tett lehetővé, vagy ő inspirált. Ilyen értelemben Dezső Loránt életműve még sokáig gyarapodni fog mindazokban a munkákban, melyek az irányításával létrehozott, világviszonylatban is egyedülállóan gazdag észlelési anyagra épülnek.

Ludmány András

## Szerzőink

ALMÁR IVÁN, a fizikai tudomány doktora, tudományos tanácsadó, MTA Csillagászati Kutatóintézete.

ÁBRAHÁM PÉTER, PhD, tudományos főmunkatárs, MTA Csillagászati Kutatóintézete.

BAGOLY ZSOLT, a fizikai tudomány kandidátusa, laboratóriumvezető egyetemi docens, ELTE Információtechnológiai Laboratórium.

BALÁZS LAJOS, a fizikai tudomány kandidátusa, igazgató, MTA Csillagászati Kutatóintézete.

BARCZA SZABOLCS, a fizikai tudomány kandidátusa, tudományos főmunkatárs, MTA Csillagászati Kutatóintézete.

ÉRDI BALINT, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE Csillagászati Tanszék.

FREY SÁNDOR, PhD, vezető tanácsos, Földmérési és Távérzékelési Intézet, Kozmikus Geodéziai Obszervatórium.

HEGEDÜS TIBOR, PhD, igazgató, Bács-Kiskun Megyei Önkormányzat Csillagvizsgáló Intézete, Baja.

HORVÁTH ANDRÁS, a fizikai tudomány kandidátusa, igazgató, TIT Budapesti Planetárium; tudományos főmunkatárs, MTA Csillagászati Kutatóintézete.

ILLÉS ERZSÉBET, a fizikai tudomány kandidátusa, tudományos főmunkatárs, MTA Csillagászati Kutatóintézete.

KERESZTURI ÁKOS, geológus, PhD hallgató, Collegium Budapest.

KISS LÁSZLÓ, PhD, posztdoktori ösztöndíjas, School of Physics, University of Sydney, Ausztrália.

KÓSPÁL ÁGNES, PhD-ösztöndíjas, MTA Csillagászati Kutatóintézete.

LUDMÁNY ANDRÁS, a fizikai tudomány kandidátusa, tudományos főmunkatárs, az MTA CSKI Napfizikai Obszervatórium vezetője, Debrecen.

MIZSER ATTILA, a Magyar Csillagászati Egyesület főtítkára.

PETROVAY KRISTÓF, a fizikai tudomány kandidátusa, egyetemi docens, ELTE Csillagászati Tanszék.

PONORI THEWREWK AURÉL, csillagásztörténész, a TIT Budapesti Planetárium és Uránia Csillagvizsgáló nyugalmazott igazgatója.

SÁNDOR ZSOLT, PhD, posztdoktori kutató, ELTE Csillagászati Tanszék.

SÁRNECZKY KRISZTIÁN, PhD hallgató, Szegedi Tudományegyetem.

SIMON TAMÁS, biológia-földrajz szakos tanár, az Origo Tudomány rovatának vezetője.

SZATMÁRY KÁROLY, a fizikai tudomány kandidátusa, egyetemi docens, SZTE Kísérleti Fizikai Tanszék.

*Tisztelt Olvasónk!*

*2004-ben az 1%-os SZJA-törvénynek köszönhetően a Magyar Csillagászati Egyesület tagjai és a csillagászat barátai*

**2 840 000 Ft-tal**

*támogatták munkánkat. Az összeg egy részét a 2005-ös csillagászati évkönyv bővítésére, színesítésére használtuk fel.*

*Kérjük, 2005-ben is támogassa a Magyar Csillagászati Egyesületet az SZJA 1%-ával – egy még szebb, tartalmasabb csillagászati évkönyvért!*

**Adószámunk: 19009162-2-43**

## **Belépési nyilatkozat**

Kérem felvételemet a Magyar Csillagászati Egyesületbe 2005-re!

Név: .....

Cím: .....

Születési dátum: ..... év ..... hó ..... nap

Telefonszám: ..... E-mail: .....

Aláírás: .....

*A tagdíj összege 5200 Ft, illetmény: a Meteor csillagászati évkönyv 2005 és a Meteor című havi folyóirat 2005-ös évfolyama*

**A tagdíjat az MCSE címére (1461 Budapest, Pf. 219.)  
rózsaszín postautalványon kérjük feladni!**

É2005

Ha be szeretne lépni a Magyar Csillagászati Egyesületbe, fénymásolja le a Belépési nyilatkozatot, és kitöltve küldje el az egyesület címére!

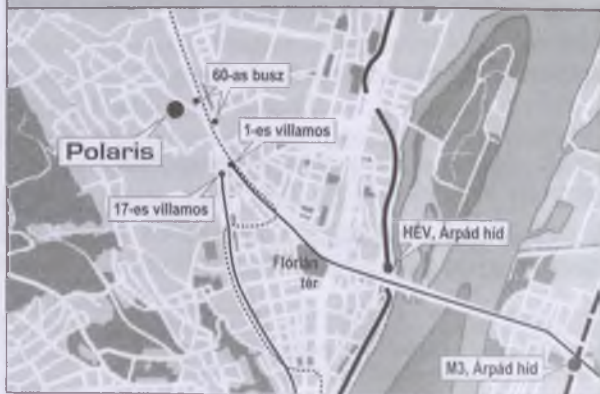
# Polaris Csillagvizsgáló

## Bemutató csillagvizsgáló Óbudán

- \* *Távcsöves bemutatós* kedden, csütörtökön és szombaton, sötétedéstől 22.30-ig. Iskolai csoportokat előzetes egyeztetés alapján más időpontban is fogadunk.
- \* *Csillagászati előadás-sorozatok* ősszel és tavasszal, kedd esténként.
- \* *Csillagászati szakkör* a középiskolás korosztály számára csütörtökönként.
- \* *Könyvek és egyéb kiadványok vásárolhatók* a Polaris-boltban a távcsöves bemutatósok ideje alatt.
- \* *A Magyar Csillagászati Egyesület ügyelete* minden kedden 18 órától. Várjuk a csillagászati megfigyelések és a távcsőépítés iránt érdeklődőket!

**Magyar Csillagászati Egyesület – ÓMK Barátság Szabadidő Park**

A Polaris Csillagvizsgáló címe: 1037 Budapest, Laborc u. 2./c.  
Telefon: (1) 279 0429, (70) 548 9124; e-mail: [polaris@mcse.hu](mailto:polaris@mcse.hu);  
honlap, részletes programmal: [polaris.mcse.hu](http://polaris.mcse.hu)





# A Magyar Csillagászati Egyesület tájékoztatója

Egyesületünk várja tagjai sorába mindazokat, akiket a csillagászat bármely területe érdekel! Kiadványokkal, rendezvényekkel, tanácsokkal segítjük tagjainkat és az érdeklődőket, hogy csillagászati ismereteket sajátíthassanak el, megfigyeléseket végezhesenek, távcsöveket építhessenek és kapcsolatot teremthessenek a hasonló érdeklődésűekkel.

## Meteor – a Magyar Csillagászati Egyesület lapja

A *Meteor* havonta tájékoztat a csillagászat legújabb eredményeiről, az égbolton megfigyelhető jelenségekről, az egyesület programjairól. Tanácsokat ad csillagászati megfigyelések végzéséhez, csillagászati fotózáshoz, távcsőépítéshez, számítógépes programok készítéséhez. Kérjen ingyenes mutatóvényszámot!

## Csillagászati évkönyv

Egyesületünk adja ki a *Meteor csillagászati évkönyvet*, melynek köteteit az amatőr és szakcsillagászok mellett haszonnal forgathatják a kezdő érdeklődők, az ismeretterjesztők, a szakkör- és klubvezetők, valamint a pedagógusok is. Az évkönyvek táblázatos része az aktuális év csillagászati jelenségeiről, az égitestek láthatóságáról közöl előrejelzéseket és magyarázatokat. Cikkei megkönnyítik az olvasók eligazodását korunk szinte követhetetlen információáradatában, a beszélgetők pedig a hazai csillagászati intézmények munkájáról adnak tömör áttekintést.

## Csillagászati táborok, észlelőhétvégék

Nyári táborainkat zavaró fényektől távoli megfigyelőhelyeken tartjuk. Táboraink kitűnő lehetőséget biztosítanak a csillagászat elméleti és gyakorlati alapjainak elsajátítására. Ifjúsági táborainkat a csillagászat iránt érdeklődő középiskolás korosztály számára szervezzük. Évente megtartott észlelő-távcsőépítő találkozónk az ország amatőr-csillagászai számára kiváló lehetőséget nyújt megfigyelések végzésére, tapasztalatszerzésre. Újholdas hétvégeken tartjuk megfigyelő-hétvégéinket Ágasváron (Mátra), melyeken – időpont-egyeztetés után – iskolai csoportok, szakkörök is részt vehetnek.

## Ügyelet, távcsőépítési szaktanácsadás

Budapesten keddenként 18 órától tartunk ügyeletet az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban. Előadás-sorozatainkat is az ügyeleti napokra szervezzük. Részletes információt a *Meteor* folyóiratban találhat, vagy az egyesület telefonszámán kérhet.

## A Magyar Csillagászati Egyesület az Interneten

Amennyiben van módja használni az Internetet, tekintse meg egyesületünk honlapját:  
<http://www.mcse.hu>

## Csillagászati előadások, távcsöves bemutatások

Egyesületünk kihelyezett távcsöves bemutatásokat és ismeretterjesztő előadásokat vállal iskolák és művelődési intézmények számára.

Magyar Csillagászati Egyesület, 1461 Budapest, Pf. 219.  
Tel.: (1) 279-0429, E-mail: [mcse@mcse.hu](mailto:mcse@mcse.hu)

## Csillagászati kiadványaink

A felsorolt kiadványokat az MCSE postacímén (1461 Budapest, Pf. 219.) rendelheti meg rózsaszín postautalványon. Az utalvány hátoldalán, a közlemény rovatban sorolja fel a megrendelt kiadványokat. Áraink a postaköltséget is tartalmazzák. A zárójelben lévő összegek az MCSE tagjaira vonatkozó, kedvezményes árak.

Meteor csillagászati évkönyv 1994	300 Ft	(250 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1995	400 Ft	(300 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1996	500 Ft	(400 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1997	600 Ft	(500 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1998	700 Ft	(600 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1999	900 Ft	(800 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2000	1100 Ft	(1000 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2001	1400 Ft	(1200 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2002	1600 Ft	(1400 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2003	1700 Ft	(1600 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2004	1800 Ft	(1700 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2005	1950 Ft	

*(tagjaink illetményként kapják!)*

A Meteor 1999-es évfolyama	2800 Ft	(2600 Ft)
A Meteor 2000-es évfolyama	3200 Ft	(3000 Ft)
A Meteor 2001-es évfolyama	3600 Ft	(3400 Ft)
A Meteor 2002-es évfolyama	3800 Ft	(3600 Ft)
A Meteor 2003-as évfolyama	4000 Ft	(3800 Ft)
A Meteor 2004-es évfolyama	4200 Ft	(4000 Ft)
A Meteor 2005-es évfolyama	5290 Ft	

*(tagjaink illetményként kapják!)*

Csaba Gy. G.: A csillagász Hell Miksa írásaiól	300 Ft	(250 Ft)
Csaba Gy. G.: Szentiványi Márton csillagászati nézetei...	300 Ft	(250 Ft)
Kereszturi Á.-Sárneczky K.: Célpont a Föld?	2000 Ft	(1800 Ft)
Keszthelyi S.: Magyarország napórái (katalógus)	500 Ft	(400 Ft)
Keszthelyi S.-Sragner M.: Napfogyatkozás és honfoglalás	300 Ft	(250 Ft)
Messier keresőtérképek	300 Ft	(250 Ft)
Meteorészlelő térképsorozat	200 Ft	(180 Ft)
Mizser A. szerk.: Amatőrcsillagászok kézikönyve (2. kiadás)	2300 Ft	(2000 Ft)
Napfogyatkozás 1999 CD	3500 Ft	(1750 Ft)
Ponori Th. A.: Divina Astronomia	600 Ft	(500 Ft)
Ponori Th. A.: Hajnali szép csillag	600 Ft	(500 Ft)
Pleione csillagatlasz	600 Ft	(500 Ft)
Változócsillagok katalógusa és fénygörbéi	600 Ft	(500 Ft)

Részletes árjegyzékünket megtekintheti a Polaris Csillagvizsgáló honlapján:  
[polaris.mcse.hu/polaris-bolt/](http://polaris.mcse.hu/polaris-bolt/)

Magyar Csillagászati Egyesület, 1461 Budapest, Pf. 219.  
 Tel.: (1) 279-0429, E-mail: [mcse@mcse.hu](mailto:mcse@mcse.hu)

**meteor  
csillagászati  
évkönyv 1996**



**meteor  
csillagászati  
évkönyv 1999**



PORETTA, MARIA E IL  
HAJNALI SZÉP CSILLAG  
CSILLAGÁSZAT A MARIA-MITOSZOKRAN



**meteor** 2003/9  
szeptember

Kereszturi Ákos – Sárnecky Krisztián  
**Célpont a Föld?**  
Kisbolygók a láthatáron



**meteor  
csillagászati  
évkönyv 1997**



Az év  
csillagászati  
eseményei:  
a Hale-Bopp-üstökös

**meteor  
csillagászati  
évkönyv**



**2003**



PONORI THEWREK ALRÉL  
**DIVINÁ ASTRONOMIA**  
CSILLAGÁSZAT DANTE MŰVEIBEN

A teljesség igényével...

Tengelykereszt

Háromláb

Vezérlő

Tubusok és kiegészítők

[www.astronomy.hu](http://www.astronomy.hu)

GEMINI



telesc

opium

távcsőbolt

1032 Budapest, Kiscelli u. 75. telefon: 453 2991 fax: 453 2992  
[www.telescopium.hu](http://www.telescopium.hu) [telescopium@interware.hu](mailto:telescopium@interware.hu)

---

Csillagászati távcsövek • Binokulárok • Spektívek

Mikroszkópok • Nagyítók

Könyvek • Kiadványok • Éggömbök

---

Távcsővásárláskor MCSE-tagoknak 5% engedményt adunk.



<http://tavcsodiszkont.csillagaszat.hu>



Fax: 99/332-548

Tel: 30/2538241

Sopron, Jázmin u.8.

szasan@axelero.hu



**Égabrosz**  
CSILLAGÁSZATI ATLASZ



## A megfizethető minőség!

Minden, amire az amatőr csillagásznak szüksége lehet: kis és nagy távcsövek, okulárok, tartozékok, mechanikák, optikai elemek, stb., valamint tanácsadás személyesen, e-mailben, telefonon. A legtöbb termék azonnal, raktárról kapható.

Kérje ingyenes katalógusunkat és teljes árjegyzékünket, vagy látogasson el honlapunkra! Soproni bemutatótermünk telefonos bejelentkezés után látogatható. Rendszeres futárszolgálat Budapestre és környékére. Minden termékre 21 napos "meggondoltam magam" pénzvisszafizetési és 1 éves általános minőségi garancia.

balra: 2004 legsikeresebb termékünk, az Égabrosz csillagatlasz. 134 oldalon ábrázolja a teljes, Magyarországról megfigyelhető égboltot. 244 ezer csillag és tízezer jelzett objektum (kettős és változócsillagok, mély-ég objektumok, stb.). Ára 3750 Ft + postaköltség.

Csillagvizsgálók, kisplanetáriumok  
építészeti tervezése

Szász-Ház Bt., tel.: (20) 984-4929



Csúcs technológia a csillagászatban

A CELESTRON csillagászati teleszkópok,  
kiegészítők, mechanikák, binokulárok teljes  
választéka Magyarországon.



Keresse a Celestron termékeket partnereinknél:

Astrotech Kkt.  
Baja 6501 Pf.116.  
Tel: 20 93-70-042  
e-mail: [info@astrotech.hu](mailto:info@astrotech.hu)

Telescopium  
Bp.1032 Kiscelli u. 75.  
Tel: (1) 45-32-991  
[info@telescopium.hu](mailto:info@telescopium.hu)

Makszutov.hu  
Tel: 20 95-89-888  
e-mail: [info@makszutov.hu](mailto:info@makszutov.hu)

## Színes képek

### A Cassini űrszonda a Szaturnusznál című hírhez

1. A Szaturnusz 15.7 millió km távolságból, 2004.05.21-én. (Az 1–5. képeket a NASA/JPL/Space Telescope Science Institute tette közzé.)
2. A gyűrűrendszer 8.2 millió km-ről.
3. A Titan két rétegből álló légköre ultraibolya felvételtől készített hamisszínes képen.
4. A Szaturnusz felhőzete, a felvételt a Cassini-űrszonda 2004. július 30-án készítette 7.6 millió km távolságból. Jobbra fent még a korong „területén” a ritka C gyűrűn keresztül látjuk a felhőket, legfelül pedig a B és az A gyűrű közötti Cassini-rés látszik.
5. A Phoebe hold 30 000 km távolságból.

### A Mars Odyssey és a Mars Express űrszondák képeiből

6. A Longhorn nevű kőzetkibukkanás a Columbia-hegy oldalán, a háttérben a Gusev-kráter pereme (a Spirit marsjáró felvétele).
7. Nehányszor 10 cm magas hullámfodrok az Endurance kráter fenekén lévő homokdűnén (az Opportunity marsjáró felvétele).
8. Hematit golyók, avagy „áfonyák” az Endurance kráter lejtőjén (Opportunity).
9. Az Európai Űrügynökség (ESA) által kifejlesztett Mars Express keringő egységének felvétele a Valles Marineris déli részéről. A kép magassága 50 km-nek felel meg a bolygó felszínén. (ESA/DLR/FU, Berlin, G. Neukum)
10. Az Endurance kráter keleti peremén kibukkanó idős üledékes kőzetrétegek. Az elmálló kőzetekből kipergő hematit golyók kékes árnyalatúra színezik a lejtőt (Opportunity).
11. A Mars Odyssey neutrondetektorával készült térkép a Mars felszínközeli rétegeinek víztartalmáról. A kékes árnyalatok magas, a barnás színek alacsony víztartalmat jelentenek. Bővebb magyarázat a Mars Odyssey eredmények című hírben olvasható. (Mars Odyssey, GRS Team, LANL, NASA)

### A Korongok fiatal csillagok körül című cikkhez

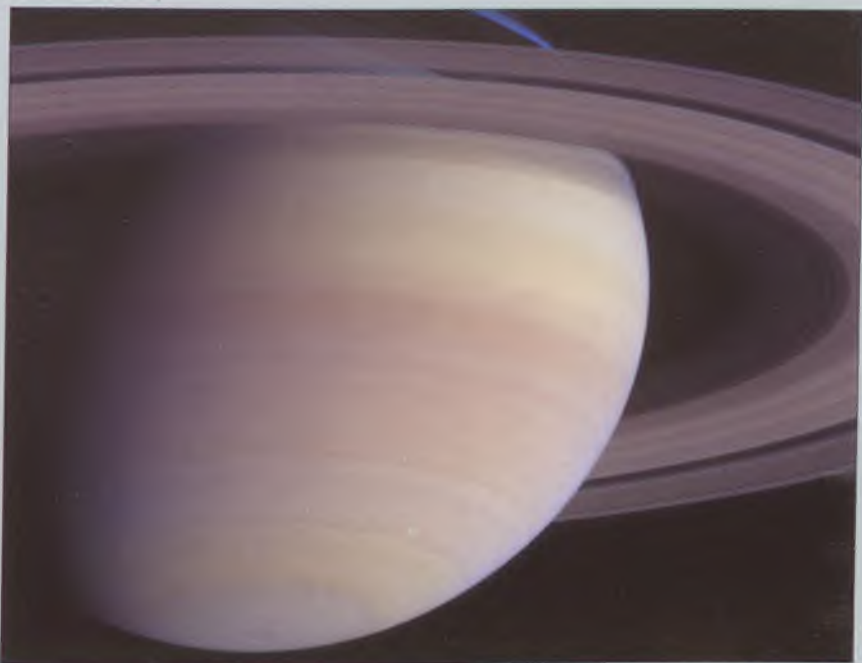
12. Csillagbölcső a Cepheus csillagképben, az IC 1396 HII zóna területén. A NASA Spitzer-űrtávcső műszereivel készített hamisszínes képen a keletkező protocsillagok lilás-fehéres kis csomókként tűnnek fel.
13. A 2004 januárjában az Orion-köd szomszédságában feltűnt McNeil-köd optikai hamisszínes képe. A ködöt a legalsó pontján a több hónapig folyamatosan fényesedő V1647 Ori jelű fiatal csillag világítja meg. (A Gemini Observatórium, Hawaai felvétele.)

### További érdekes képek

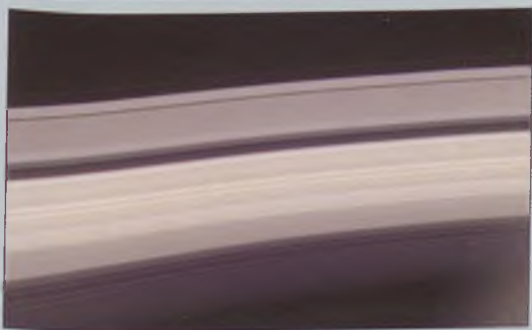
14. Radarmérésekkel készített magassági térkép a Vénusz felszínéről. (A Hőszerű anyag a Vénusz magaslatain című hírhez.)
15. A Genesis űrszonda földre csapódott visszatérő egysége a sikertelen befogás után. Az egység hozta vissza a Földre űrszonda által gyűjtött napszél-részecskéket tartalmazó kapszulákat, amelyeknek nagy része az ütközés során tökrement. (Genesis Mission, NASA)
16. A 2004. június 8-i Vénusz-átvonulás Zana Péter felvételsorozatán.
17. A Vénusz légkörének fénylése a Nap peremén. A kép az 1 m-es svéd naptávcsővel készült. (D. Kiselman és munkatársai, Napfizikai Intézet, Svédország)

18. „Közelkép” a Vénusz fekete korongjáról. Zsiga László webkamerás felvétele 20 cm-es Newton-távcsővel készült.
- 19–21. Felvételek a 2003. november 20/21. éjszakáján az egész országból megfigyelt sarki fényről. Részletek a Sarki fény hazánk felett című hírben olvashatók. (19. Dinnyés B. Lajos, Pilis-hegység, Casio QV-3000EX fényképezőgép, 40 s; 20. Veres Viktor, Fót, Canon EOS 300D fényképezőgép; 21. Éder Iván, Piliscsabai-nyereg, 28 mm-es objektív, 60 s.)
22. A Vénusz hajszálvékony sarlója 2004 júniusában a nappali égen (Szitkay Gábor és Horváth Attila, 15.5 cm-es refraktor).
23. Az évtized legközelebbi és legfényesebb szupernóvját, az SN 2004dj-t 2004.07.31-én fedezték fel a Camelopardalis csillagképben található NGC 2403 galaxisban. A felvételt a Hubble-űrtávcsővel készítették. (A. V. Filippenko, UC Berkeley; P. Challis, Harvard CfA; ESA, NASA)
24. Az SN 2004dj szupernóva hazai felvételen (Sárneczky K., Szalai T., Vinkó J., 2004.08.09., Pizskéstető).





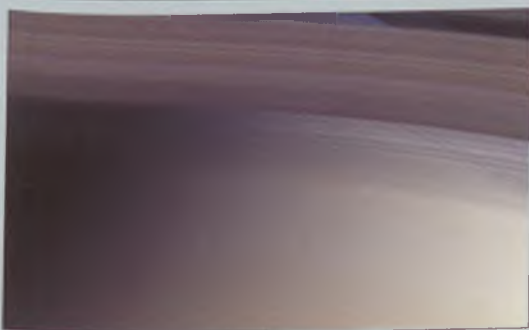
1



2



3

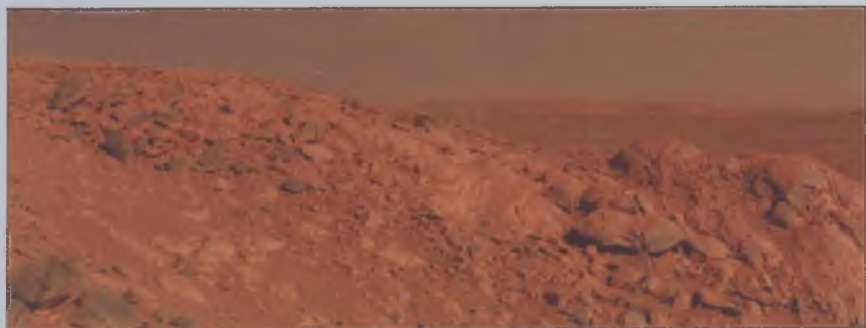


4



5

6



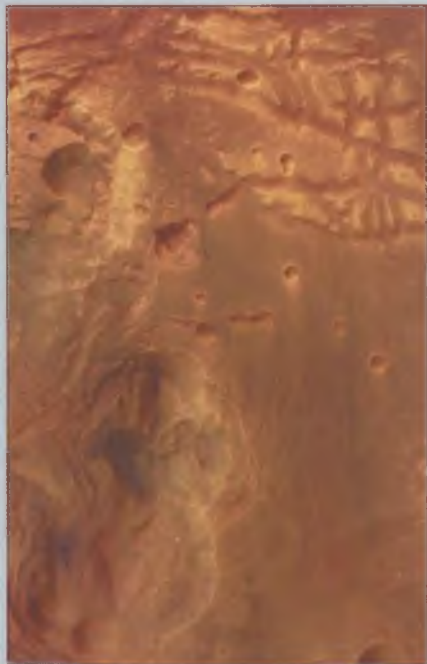
7



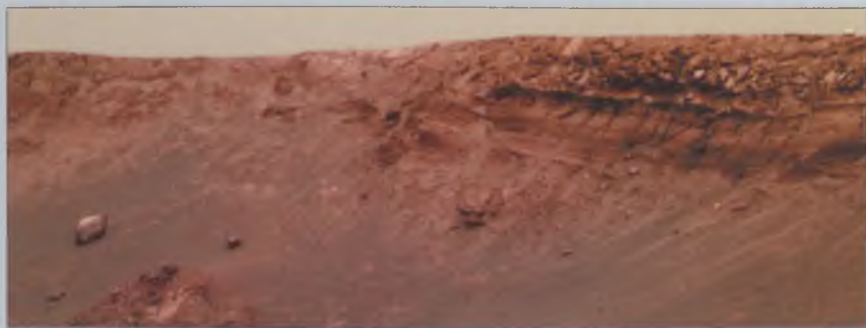
8



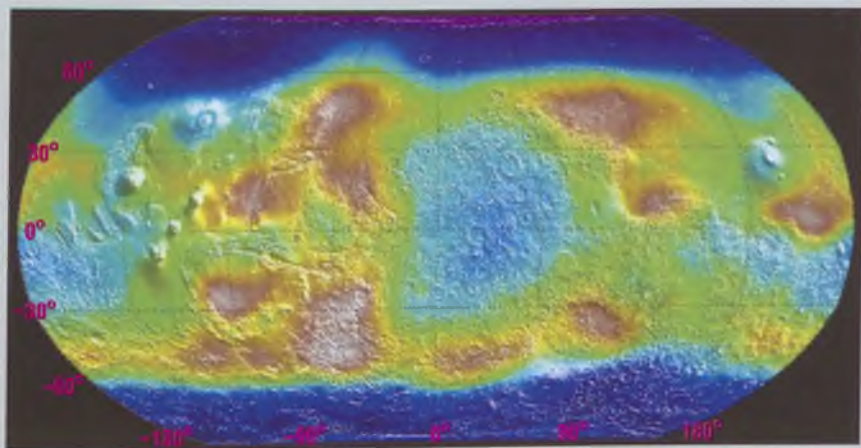
9



10



11



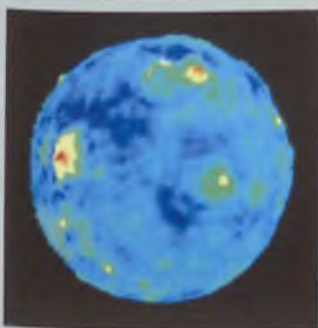
12



13



14



15

16



17

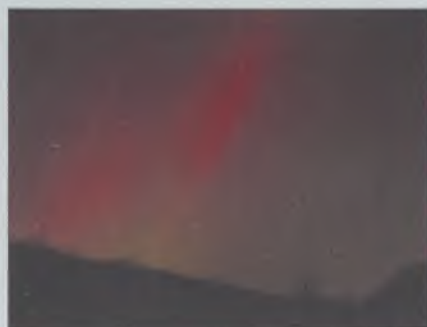


18





19



20



21



23



22



24



1932 Ft



ISSN 0866-2851



9 770866 285002